**XI SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA**
**sa regionalnim učešćem**
**Srbija, Kopaonik, Hotel Grand**
**24-28. septembar 2018.**

***XI CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION***
***with regional participation***
***Serbia, Kopaonik, Grand Hotel***
***September 24-28, 2018***

# ZBORNIK SADRŽAJA REFERATA
# *BOOK OF ABSTRACTS*

**Organizator:**

**Nacionalni komiteti CIRED Srbije u saradnji sa nacionalnim komitetima CIRED Crne Gore i CIRED Rumunije i drugim komitetima, kompanijama i stručnjacima iz zemalja regiona**

***Organized by:***

***CIRED National Committee of Serbia and Montenegro in cooperation with CIRED committees of Montenegro, Romania and other committees, companies and experts from the region***

**www.ciredserbia.org.rs**

***Supported by*:**

| | |
|---|---|
| Izdavač / *Publisher:* | Nacionalni komitetCIRED Srbija<br>CIRED Liaison Committee of Serbia<br>Elektrovojvodina, 21000 Novi Sad<br>Bulevar Oslobođenja 100, Tel/Fax: +381(0)21 528556<br>e-mail: cired.serbia@ev.rs, web: www.ciredserbia.org.rs |
| Glavni i odgovorni urednik:<br>*Editor in Chief* | dr Zoran SIMENDIĆ |
| Priprema i tehnička obrada:<br>*Prepress* | BBN Congress Management, Deligradska 9, 11000 Beograd<br>Tel/Fax: +381(0)11 3629405, 3629402, 2682318<br>e-mail: bbn@bbn.co.rs, web: www.bbn.co.rs |
| Dizajn korica / *Cover Design*: | Sanja Milošević |
| Štampa / *Printing Office*: | Štamparija Radunić |
| Tiraž / *Print run:* | 550 |

**I M P R E S U M**

Zbornik radova objavljen je u elektronskoj formi, zajedno sa elektronskom verzijom Zbornika kratkih sadržaja referata, na **USB**-u **11. Savetovanja o elektrodistributivnim mrežama Srbije.**
**ISBN** i **CIP** su takođe objavljeni na USB-u Savetovanja.
Conference Proceedings are published electronically, together with the electronic version of Book of Abstracts on the **flash drive** of the **11th Conference on Electricity Distribution in Serbia.**
**ISBN** and **CIP** are also published within the Conference flash drive.

## S A D R Ž A J / *C O N T E N T*


***SMART GRID FORUM***

Moderator / *Coordinator:* dr Dragoslav JOVANOVIĆ, član CIRED Srbija, Srbija / *Serbia*

**Izveštaj Forum Smart Grid** ..... 15

***Forum Smart Grid Report*** ..... 17

**R-F.01** ..... 20

**NA PUTU OD SKORAŠNJIH PROBA I DEMONSTRATORA 'PAMETNIH MREZA' DO POTPUNO PREGLEDNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA BUDUCNOSTI LAKIH ZA KONTROLISANJE / *FROM RECENT "SMART GRID" TRIALS AND DEMONSTRATORS TO FULLY OBSERVABLE AND CONTROLLABLE DISTRIBUTION NETWORKS OF THE FUTURE***

Jovica MILANOVIC, School of Electrical and Electronic Engineering, the University of Manchester, *United Kingdom*

**R-F.02** ..... 20

**IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR NAD TRANSFORMATORSKIM STANICAMA SN/NN**
***THE IMPLEMENTATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR SUB-STATIONS M V/LV***

Dušan VUKOTIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o Beograd, Miodrag STOJANOVIĆ, Vladeta MILENKOVIĆ, "Netico-Solutions" d.o.o Niš, Vladimir STOJIČIĆ, Aleksandar MILOJKOVIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-F.03** ..... 21

**SMART METERING U PRAKSI U SRBIJI I REPUBLICI SRPSKOJ I POZITIVNE PERSPEKTIVE RAZVOJA**
***SMART METERING IN PRACTICE IN SERBIA AND REPUBLIC OF SRPSKA AND THE POSITIVE PROSPECTS OF DEVELOPMENT***

Goran MAKEVIĆ, Igor VUJIČIĆ, Saša GAVRILOVIĆ, Vladan LAPČEVIĆ, Jovan VUJASINOVIĆ, Meter&Control, Srbija / *Serbia*

**R-F.04** ..... 22

**ISKUSTVA OGRANKA SOMBOR SA ELEKTRANAMA KOJE PROIZVODE ELEKTRIČNU ENERGIJU IZ OBNOVLJIVIH IZVORA**
***SOMBOR BRANCH EXPERIENCE IN ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE SOURCES***

Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Todor KILIBARDA, "JP Elektroprivreda Srbije" Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Jaroslav ČINČURAK, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Dobrosav BAĆOVIĆ, "Mirotin Energo" d.o.o., Vrbas, Marjan IVANOV, Srednja tehnička škola "Mihajlo Pupin", Kula, Srbija / *Serbia*

**R-F.05** ..... 23

**KORIŠĆENJE TEHNOLOGIJE SNIMANJA BESPILOTNIM LETELICAMA I BAS U VIDLJIVOM I TERMALNOM DELU SPEKTRA KOD MAPIRANJA I ANALIZE PODATAKA O DISTRIBUTIVNOJ MREŽI / *USING DRONES AND UAS IN RGB AND THERMAL PART OF THE SPECTRUM IN COLLECTING AND ANALYSING THE DISTRIBUTION NETWORK DATA***

Vladimir STOJIČIĆ, Jelena STEVIĆ, Sreten DOBRIVOJEVIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o. Beograd,
Ljubiša ADŽEMOVIĆ, Livona d.o.o., Srbija / *Serbia*

**R-F.06** ..... 23

**IZAZOVI U MODELOVANJU I PRORAČUNIMA DISTRIBUTIVNIH MREŽA USLED INTEGRACIJE OBNOVLJIVIH DISTRIBUIRANIH ENERGETSKIH RESURSA / *CHALLENGES TO MODELING AND CALCULATIONS OF DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO INTEGRATION OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES***

Luka STREZOSKI, Nikola VOJNOVIĆ, Vladimir STREZOSKI, Predrag VIDOVIĆ,
Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija / *Serbia*

**R-F.07** ..... 24

**MODELI REGULACIJE NAPONA U KLASIČNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA GENERATORIMA**
***VOLTAGE REGULATION MODELS IN A DISTIBUTION NETWORK CONTAINING DISTRIBUTED GENERATION***

Zoran SIMENDIĆ, Goran ŠVENDA, Vidoje MIJATOVIĆ, Predrag BAJČETIĆ

**R-F.08** ..... 25

**PLANIRANJE DISTRIBUTIVNE MREŽE SUTRAŠNJICE / *SMART GRID DISTRIBUTION NETWORK PLANNING***

Dragoslav JOVANOVIĆ, Nacionalni komitet CIRED Srbija, Srbija / *Serbia*

Stručna komisija 1 / *Expert Committee 1*: **KOMPONENTE MREŽA / *POWER LINES ELEMENTS***

Predsednik komisije / *Chairman*: Prof. dr Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet Niš, *Serbia*

**Izveštaj STK 1** ..... 26

***Session 1 Report*** ..... 36

Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1:*

Izbor i primena novih tehničkih rešenja i tehnologija za komponente elektrodistributivnih mreža
*Selection and application of new technical solutions and technologies for distribution network elements*

**R-1.01** ..... 45

**ANALIZA PRIMENE RASTAVLJAČKE LETVE SA STRUJNIM MERNIM TRANSFORMATORIMA U POSTROJENJIMA 20(10)/0,4kV**
***ANALYSIS OF PRACTICAL SOLUTIONS ABOUT APPLYING SEPARATING STRIPS EQUIPED WITH MEASURING TRANSFORMERS IN SUBSTATIONS 20(10)/0,4kV***

Dragan ĐORIĆ, ODS „EPS Distribucija", Ogranak „Elektrodistribucija Niš", Niš, Srbislav SARIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički Centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica, Darko PAUŠIĆ, Biljana SARIĆ, ODS „EPS Distribucija", Ogranak „Elektrodistribucija Sremska Mitrovica", Sremska Mitrovica, Ivana NARANČIĆ, ODS „EPS DISTRIBUCIJA", Niš, Srbija / *Serbia*

**R-1.02** ..... 45
**UPOTREBA REKLOZERA ZA FORMIRANJE SPOLJAŠNJEG RAZVODNOG POSTROJENJA 20kV**
***USE OF THE RECLOSERS FOR THE FORMATION OF AN EXTERNAL DISTRIBUTION PLANT 20kV***
Srbislav SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Beograd Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica,
Biljana SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, Srbija / *Serbia*

**R-1.03** ..... 47
**REKONSTRUKCIJA DALEKOVODA 10(20)kV NA TEŠKO PRISTUPAČNOM TERENU NA PODRUČJU OGRANKA ARANĐELOVAC**
***RECONSTRUCTION OF TRANSMISSION LINE 10 (20)kV ON A HIGH ACCESS GROUND WITHIN AREA OF ARANĐELOVAC***
Dejan PETROVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac, Vladimir TOMOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.04** ..... 48
**SANACIJA NAPONSKIH PRILIKA I STVARANJE UVJETA ZA PRIKLJUČENJA NOVIH KUPACA NA NN MREŽU UGRADNJOM STABILIZATORA NAPONA / *IMPROVEMENT OF VOLTAGE CONDITION AND CREATING TERMS FOR CONNECTION OF NEW CONSUMERS BY USING VOLTAGE STABILIZER***
Ivan JURIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split,
Marin ĆURKOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska / *Croatia*

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Monitoring, dijagnostika, pouzdanost i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža
*Monitoring, diagnosis, reliability and strategy for power lines elements maintenance*

**R-1.05** ..... 49
**NEJASNOĆE U ODREĐIVANJU BROJA UZORAKA ZA PRIJEMNO ISPITIVANJE I OCENJIVANJE REZULTATA ISPITIVANJA OPREME IZOLATORSKOG LANCA I PRIBORA ZA PROVODNIKE / *UNCERTAINTY IN DETERMINING THE NUMBER OF SAMPLES FOR THE SAMPLE TEST AND EVALUATING THE TEST RESULTS OF THE INSULATOR CHAIN AND ACCESSORIES FOR CONDUCTORS***
Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ, Mirko MARKOVIĆ, Vladimir ĐURĐEV, GPS Insulators d.o.o, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.06** ..... 49
**PRAKTIČNA ISKUSTVA PRILIKOM ISPITIVANJA ELEKTRIČNOG IZOLACIONOG SISTEMA PROLAZNIH IZOLATORA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA NA TERENU**
***PRACTICAL EXPERIENCES DURING TESTING THE ELECTRIC INSULATION SYSTEM OF A POWER TRANSFORMERS BUSHINGS***
Momčilo MILIĆ, Denis ILIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Ljubiša NIKOLIĆ, Đorđe JOVANOVIĆ, Branko PEJOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Radmila PARTONJIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

**R-1.07** ..... 50
**PROVERA STANJA MERNIH TRANSFORMATORA 110kV I ODVODNIKA PRENAPONA**
***INSTRUMENT TRANSFORMERS 110kV AND SURGE ARRESTERS CONDITION CHECK***
Dušan OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM,
Aleksandar ANTONIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija / *Serbia*

**R-1.08** ..... 51
**UNAPREĐENI TROUGAO I POREĐENJE SA DRUGIM METODAMA ANALIZE GASOVA RASTVORENIH U ULJU**
***IMPROVED TRIANGLE AND COMPARISON WITH OTHER DISSOLVED GAS ANALYSIS METHODS***
Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija / *Serbia*

**R-1.09** ..... 52
**FENOMEN GASIRANJA ULJA U DIJAGNOSTICI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA**
***STRAY GASSING PHENOMENON IN POWER TRANSFORMER DIAGNOSTICS***
Branka ĐURIĆ, Vesna RADIN, Jelena LUKIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla Beograd, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.10** ..... 53
**ANALIZA UZEMLJIVAČKOG SISTEMA U GASOM IZOLOVANIM POSTROJENJIMA PRI POJAVI PRENAPONSKIH TALASA EKSTREMNO VISOKIH UČESTANOSTI NASTALIH MANIPULACIJAMA PREKIDAČA I RASTAVLJAČA**
***ANALYSIS OF GROUNDING SYSTEM IN A GAS ISOLATEDSUBSTATIONS AT THE OCCURRENCE OF OVERVOLTAGES OF EXTREMELY HIGH FREQUENCIES CAUSED BY SWITCHGEAR AND DISCONNECTOR MANIPULATIONS***
Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNjANOVIĆ, JP EPS Ogranak RB Kolubara, Srbija / *Serbia*

**I-1.11** ..... 53
**ELIMINISANJE FERO REZONANSNIH OSCILACIJA U SREDNJENAPONSKOJ MREŽI PRI EKSTREMNO PROMENLJIVIM PARAMETRIMA MREŽE / *ELIMINATING OF FERRO RESONANT OSCILLATION IN THE INTERMEDIATE VOLTAGE AREA AT EXTREMELY VARIABLE PARAMETERS***
Dragan RISTIVOJEVIĆ, JP EPS, Ogranak RB Kolubara, Slobodan DAMNjANOVIĆ, JP EPS, Ogranak RB Kolubara, Srbija / *Serbia*

**R-1.12** ..... 54
**EFEKTI PORASTA TEMPERATURE OPREME U PREFABRIKOVANIM TRANSFORMATORSKIM STANICAMA**
***THE EFFECT OF TEMPERATURE RISE IN PREFABRICATED SUBSTATION***
Ljubiša ČIČKARIĆ, Branko PEJOVIĆ, Jovan MRVIĆ, Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla” Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.13** ..... 55
***A NEW APPROACH FOR ONLINE MONITORING OF POWER CABLE CONDITION IN DISTRIBUTION NETWORKS USING BROADBAND POWERLINE COMMUNICATION AND SIMPLE SENSOR SOLUTIONS***
Hamed REZAEI, Nexans Power Accessories, Nikolai HOPFER, Markus ZDRALLEK, University of Wuppertal, Christoph RAQUET, Power Plus Communications AG, Ulrik DIETZLER, Markus KRAMPF, Energieversorgung Leverkusen GmbH & Co. KG, Nemačka / *Germany*

**R-1.14** ..... 55
**MONTERSKA VOZILA ZA ODRŽAVANJE DISTRIBUTIVNIH ELEMENATA**
***ELECTRICIAN VEHICLES FOR DISTRIBUTION SYSTEMS MAINTENANCE***
Marko FILAKOV, Aleksandar STOLIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor,
Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor,
Zoran ILIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Srbija / *Serbia*

**R-1.15** ..... 56
**PUŠTANJE POD NAPON 110kV JEDNOG SISTEMA DVOSISTEMSKOG 400kV DALEKOVODA POSTAVLJANJEM PRIVREMENE VEZE /** ***COMMISSIONING OF THE VOLTAGE 110kV ONE OF THE TWO-CIRCUIT 400 KV OVERHEAD LINE BY SETTING A TEMPORARY CONNECTION***
Branko ĐORĐEVIĆ, Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektromreža Srbije A.D.,
Dušan OBRADOVIĆ, Elektromreža Srbije A.D., Srbija / *Serbia*

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3*:
Modelovanje komponenti elektrodistributivnih mreža
*Design of power lines elements*

**R-1.16** ..... 57
**ISPITIVANJA KVALITETA OSTVARENOG KONTAKTA KONEKTORA ZA NN SKS I PROBLEMI OSTVARIVANJA KVALITETNOG KONTAKTA /** ***EXAMINATION OF ESTABLISHED CONNECTORS CONTACT QUALITY FOR LV ABC AND A PROBLEM OF ESTABLISHING QUALITY CONTACT***
Miroljub PETROVIĆ, EPS -TC Kraljevo TO Jagodina, Darko JOVANOVIĆ, FEMAN d.o.o. Jagodina, Srbija / *Serbia*

**R-1.17** ..... 57
**PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA VISOKONAPONSKIH KABLOVA USLED UTICAJA TOPLOVODA U BETONSKOM KANALU**
***CALCULATION OF THE LOADING CAPACITY OF HIGH VOLTAGE CABLES DUE TO INFLUENCE OF HEAT PIPELINES IN CONCRETE DUCT***
Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.18** ..... 58
**POREĐENJE PRORAČUNATIH I IZMERENIH VREDNOSTI INDUKOVANIH STRUJA U ELEKTRIČNOJ ZAŠTITI 110kV KABLA**
***COMPARATION OF THE CALCULATED AND MEASURED VALUE INDUCED CURRENT IN THE METAL SHEATH OF 110kV CABLE***
Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektromreža Srbije A.D.,
Mirko BOROVIĆ, Miloš SPAIĆ, Elektromreža Srbije A.D., Srbija / *Serbia*

**R-1.19** ..... 59
**MODELOVANJE AUTOMATSKE REGULACIJE NAPONA POMOĆU REGULATORA NAPONA NA SREDNJENAPONSKIM IZVODIMA 10kV OGRANAKA ARANĐELOVAC - POGON TOPOLA /** ***MODELING OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION ON 10kV MIDLEVOLTAGE FEEDERS IN THE DISTRIBUTION AREA OF ARANDJELOVAC-POGON TOPOLA***
Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac, Rastko KOSTIĆ, Elektrotehnički Institut "Nikola Tesla" Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.20** ..... 59
**SKLOPNI PRENAPONI NA PREKIDAČIMA USLED ISKLJUČENJA STRUJE KVARA – SLUČAJ PRIKLJUČENJA INDUKCIONOG GENERATORA NA DISTRIBUTIVNU MREŽU /** ***TRANSIENT OVERVOLTAGES ON CIRCUIT BREAKERS AFTER FAULT CLEARANCE - CASE OF INDUCTION GENERATOR CONNECTION TO THE DISTRIBUTION NETWORK***
Dragan ĆETENOVIĆ, Vladica MIJAILOVIĆ, Aleksandar RANKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Čačak, Srbija / *Serbia*

**R-1.21** ..... 60
**ANALIZA PRENAPONA PRI OPERACIJAMA VAKUUMSKIH SKLOPNIH APARATA I MOGUĆNOSTI ZA NJIHOVO OGRANIČENJE**
***OVERVOLTAGE TRANSIENT ANALYSIS DUE TO VACUUM CIRCUIT BREAKER SWITCHING AND POSSIBILITIES FOR THEIR MITIGATION***
Ranko JASIKA, Jovan MRVIĆ, Ninoslav SIMIĆ, Stefan OBRADOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla" a.d., Beograd,
Goran LEPOVIĆ, Siemens d.o.o. Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.22** ..... 61
**ZAGREVANJE TRANSFORMATORA – IDENTIFIKACIJA PROCESA PRIMENOM ARX MODELA**
***HEATING OF TRANSFORMER - PROCESS IDENTIFICATION BY USING ARX MODEL***
Nada VRCELJ, Žarko JANDA, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla" a.d. Beograd,
Dušan VUKOTIĆ, „ODS EPS Distribucija" Beograd d.o.o., Srbija / *Serbia*

**I-1.23** ..... 62
**MEHANIČKI PRORAČUN UŽADI NADZEMNIH VODOVA NA ANDROID PLATFORMI – REALIZACIJA I PRIMENA**
***OVERHEAD POWERLINE CONDUCTOR'S MECHANICAL CALCULATION ON AN ANDROID PLATFORM – IMPLEMENTATION AND APPLICATION***
Nikola PAVLOVIĆ, EPS Distribucija Kraljevo, Srbija / *Serbia*

STK 1 / *EC 1*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4*:
Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu sredinu
*Influence of power lines elements on the environment*

**R-1.24** ..... 63
**ANALIZA RASPODELE ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA U OKOLINI MEŠOVITOG (VIŠESISTEMSKOG) VODA**
***ANALYSIS OD ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN VICINITY OF MIXED (MULTISYSTEM) POWER LINE***
Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Slobodan LOLIĆ, Elektrodistribucija Novi Sad,
Andrija MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Nikola ĐURIĆ, Miroslav PRŠA, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija / *Serbia*

**R-1.25** ..... 64
**$SF_6$ - TEHNIČKA SVOJSTVA I UTICAJ NA OKOLINU / *$SF_6$ - TECHNICAL CHARACTERISTICS AND ENVIRONMENT IMPACT***
Bogdan PETROVIĆ, J.P. EPS – ODS EPS Distribucija – Ogranak ED Subotica,
Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija / *Serbia*

**R-1.26** ..... 65
**NIVOI MAGNETSKE INDUKCIJE U ZONAMA POVEĆANE OSETLjIVOSTI U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA NAPONSKOG NIVOA 10/0,4kV I 20/0,4kV / *LEVELS OF MAGNETIC FLUX DENSITY IN AREAS OF INCREASED SENSITIVITY IN THE VICINITY OF 10/0.4kV AND 20/0.4kV SUBSTATIONS***
Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Momčilo PETROVIĆ,
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.27** ..... 66
**ANALIZA NIVOA MAGNETSKE INDUKCIJE U STANU IZNAD DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE NAPONSKOG NIVOA 10/0,4 kV PRE I POSLEPRIMENE MERA ZAŠTITE / *ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN AN APARTMENT LOCATED ABOVE A 10/0.4kV SUBSTATION BEFORE AND AFTER THE IMPLEMENTATION OF MITIGATION TECHNIQUES***
Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-1.28** ..... 67
**NIVOI NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 110/10kV SA POSTROJENJIMA IZOLOVANIM GASOM $SF_6$ U DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD**
***LEVELS OF NON-IONIZING RADIATION IN THE VICINITY OF 110/10kV SF6 SUBSTATIONS***
Milica TAUŠANOVIĆ, Dobrivoje STANOJEVIĆ, ODS „EPS Distribucija” d.o.o., Beograd, Dejan HRVIĆ, Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ,
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija / *Serbia*

Stručna komisija 1 / *Expert Committee 1*: **KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE I ELEKTROMAGNETNA KOMPATIBILNOST**
***POWER QUALITY AND ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY***

Predsednik komisije / *Chairman*: Prof. dr Vladimir KATIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, *Serbia*

**Izveštaj STK 2** ..... 68
***Session 2 Report*** ..... 73
Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Kvalitet isporučene električne energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, iskustva / *Quality of delivered power (voltage quality) - higher harmonics, flicker, voltage sags, short breaks and other deviations in consumer supply – causes, expansion, immunity, elimination*

**R-2.01** ..... 79
**TROŠKOVI KOD PREKIDA NAPAJANJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA I PRIMENA KOMUTACIONE APARATURE**
***RELIABILITY COSTS IN DISTRIBUTION NETWORKS AND THE APPLICATION OF SWITCHING DEVICES***
Jovan NAHMAN, Beograd, Dragoslav PERIĆ, VIPOS, Valjevo, Srbija / *Serbia*

**R-2.02** ..... 79
**METODE ZA PRORAČUN NEISPORUČENE ENERGIJE / *CALCULATION METHODS FOR ENERGY NOT SUPPLIED***
Miroslav BAČLIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
Suzana BONDOKIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Glavni dispečerski centar, Srbija / *Serbia*

**R-2.03** ..... 80
**PRAVI PROBLEMI KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU VOJVODINE**
***REAL PROBLEMS OF POWER QUALITY AT AREA OF ELEKTROVOJVODINA***
Jovan ČARNIĆ, EPS ODS Novi Sad, Radislav MILANKOV, EPS ODS Ogranak Zrenjanin Pogon Kikinda, Srbija / *Serbia*

**R-2.04** ..... 81
**POKAZATELJI POUZDANOSTI ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ODS NA TERITORIJI KONZUMA BEOGRAD**
***RELIABILITY INDICATORS OF DELIVERY OF ELECTRICITY IN ODS ON THE TERRITORY OF BELGRADE CONSUMPTION***
Milica TAUŠANOVIĆ, ODS EPS Distribucija d.o.o. Novi Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-2.05** ..... 81
**REGULACIJA NAPONA U NISKONAPONSKOJ MREŽI PRIMENOM BESKONTAKTNIH REGULATORA**
***VOLTAGE REGULATION IN LOW VOLTAGE NETWORK BY APPLYING CONTACTLESS REGULATORS***
Vladica ALEKSIĆ, JP EPS, Miodrag ZDRAVKOVIĆ, ODS EPS Distribucija, Ogranak Vranje,
Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Srbija / *Serbia*

**R-2.06** ..... 82
**OPTIMIZACIJA LOKACIJA I SNAGA KONDENZATORSKIH BATERIJA U PRISUSTVU VIŠIH HARMONIKA PRIMENOM GENETSKOG ALGORITMA / *OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF CAPACITOR BANKS IN THE PRESENCE OF HIGHER HARMONICS USING GENETIC ALGORITHM***
Miloš MILOVANOVIĆ, Jordan RADOSAVLjEVIĆ, Bojan PEROVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija / *Serbia*

**R-2.07** ..... 83
**POBOLJŠANJE NAPONSKIH PRILIKA KOD KRAJNJIH KUPACA U VANGRADSKOJ- SEOSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**
***IMPROVING THE VOLTAGE CONDITIONS OF END - CUSTOMERS AT RURAL DISTRIBUTION GRID***
Nenad ZLATKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak ED Aranđelovac, Nikola LAKETIĆ, Aleksandar TATALOVIĆ, Avalon partners,
Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Aranđelovac, Nikola KRUŠKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak ED Aranđelovac,
Srbija / *Serbia*

**R-2.08** ..... 83
**UTICAJ VIŠIH HARMONIKA NA KVALITET ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**
***INFLUENCE OF HIGHER HARMONICS ON QUALITY OF DELIVERED ELECTRICAL ENERGY SUPPLIED FROM THE DISTRIBUTION SYSTEM***
Goran SEKULIĆ, Elektromreža Srbije, Saša ILIĆ, Elektromreža Srbije, Zoran MAKEVIĆ, Elektromreža Srbije, Srbija / *Serbia*

STK 2 / *EC 2*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Uređaji i metode za merenje i monitoring kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.)
*Devices and methods for measuring and monitoring power quality (diagnostic methods, equipment, steps, etc.)*

**R-2.09** ..... 84
**MERENJE SLOŽENOPERIODIČNE STRUJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI**
***MEASUREMENT OF NON-SINUSOIDAL ELECTRICAL CURRENT IN POWER GRID***
Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Dragan PEJIĆ, Boris ANTIĆ, Platon SOVILJ,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija / *Serbia*

**R-2.10** ..... 85
**PROVERA MERENJA PROTOKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DTS 20/0,4kV NA PODRUČJU ED SOMBOR- ISKUSTVA I ZAPAŽANJA**
***CHECKING THE FLOW MEASUREMENT OF ELECTRICITY AT DTS 20 / 0.4kV IN ED SOMBOR-EXPERIENCES AND OBSERVATIONS***
Vidoje MIJATOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor,
Milan RADUNOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija / *Serbia*

**R-2.11** ..... 86
**MERENJE I ANALIZA UVEĆANJA GUBITAKA AKTIVNE SNAGE ZBOG NESIMETRIJE U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI /** ***MEASUREMENT AND ANALYSIS OF UNBALANCED LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK***
Goran ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija / *Serbia*

STK 2 / *EC 2*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4*:
Uslovi priključenja nelinearnih potrošača i distribuiranih generatora (malih elektrana) - viši harmonici, fliker, nesimetrija, metode eliminisanja
*Conditions of attaching nonlinear consumers – higher harmonics, flicker, asymmetries – sources, expansion, conditions of attachment, elimination methods*

**R-2.12** ..... 87
**KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE GENERISANE IZ KROVNE PV ELEKTRANE STAMBENOG OBJEKTA U VRANJU**
***THE QUALITY OF ELECTRICAL POWER PRODUCED BY ROOF PV POWER PLANT IN VRANJE***
Aleksandra GRUJIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija u Beogradu,
Srđan TODOROVIĆ, JP EPS, Tehnički centar Vranje, Srbija / *Serbia*

**R-2.13** ..... 88
**ISPUNJENJE KRITERIJUMA DOZVOLJENIH STRUJA VIŠIH HARMONIKA PRI PRIKLJUČENJU FOTONAPONSKIH ELEKTRANA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM /** ***FULFILLING THE MAXIMUM PERMISSIBLE CURRENT HARMONICS CRITERION IN GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS***
Zoltan ČORBA, Dragan MILIĆEVIĆ, Boris DUMNIĆ, Vladimir KATIĆ, Bane POPADIĆ,
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija / *Serbia*

**R-2.14** ..... 89
**SMANJENJE INJEKCIJE POREMEĆAJA U DISTRIBUTIVNU MREŽU USLED RADA POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU PELETA**
***MITIGATING DISTURBANCE INJECTION INTO UTILITY GRID FROM WOOD PELLET PLANT***
Nikola LAKETIĆ, Avalon Partners, Elektrotehnički fakultet, Beograd,
Borko ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija / *Serbia*

STK 2 / *EC 2*: Preferencijalna tema 7 / *Preferential Subject 7*:
Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, poremećaji u uzemljenju i kvalitet električne energije i druge teme
*Over-voltage and over-voltage protection in power distribution networks, ground disturbances and other subjects*

**R-2.15** ..... 89
**KOORDINACIJA IZOLACIJE OKLOPLJENOG I GASOM IZOLOVANOG POSTROJENJA 110 kV SA DUGAČKIM KABLOVSKIM PRIKLJUČKOM /** ***GAS INSULATED SUBSTATION WITH LONG CABLE FEEDER INSULATION COORDINATION***
Milan SAVIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Sima TATALOVIĆ, Kodar Energomontaža d.o.o,
Tomislav RAJIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

**R-2.16** ..... 90
**NASTANAK I MANIFESTACIJE TRANZIJENTNIH POJAVA U INDUSTRIJSKIM MREŽAMA**
***THE OCCURRENCE AND MANIFESTATIONS OF TRANSIENT PHENOMENA IN INDUSTRIAL NETWORKS***
Vlado TADIĆ, "TING" d.o.o. Žepče, Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina / *Bosnia & Herzegovina*

**R-2.17** ..... 91
**ISKUSTVA U PRIMENI ZAŠTITE OD PRENAPONA NADZEMNIH VODOVA SREDNJEG NAPONA**
***THE EXPERIENCES IN OVERVOLTAGE PROTECTION APPLICATION OF MIDDLE VOLTAGE OVERHEAD LINES***
Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Miroslav DOČIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Leskovac,
Aleksandar ANĐELKOVIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Srbija / *Serbia*

Stručna komisija 3 / *Expert Committee 3* **ZAŠTITA I UPRAVLJANJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA**
***PROTECTION AND MANAGEMENT IN DISTRIBUTION SYSTEMS***

Predsednik komisije / *Chairman*: mr Dušan VUKOTIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, *Serbia*

**Izveštaj STK 3** ..... 92
***Session* 3 Report** ..... 99

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1:*
Sistemi za daljinski nadzor i upravljanje / Systems for remote monitoring and management

**R-3.01** ..... 107
**UNIFIKACIJA SISTEMA DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA U ODS "EPS DISTRIBUCIJA"**
***UNIFICATION OF SCADA SYSTEMS IN DISTRIBUTION CONTROL CENTERS OF "EPS DISTRIBUCIJA"***
Bratislava RADMILOVIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Gordana JOVANOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“,
Gordan KONEČNI, Željko AĆIMOVIĆ, Institut „Mihajlo Pupin“, Beograd, Srbija / *Serbia*

**I-3.02** ..... 108
**JEDAN NAČIN PRIMENE IZVEŠTAJNOG PODSISTEMA SCADA SISTEMA ZA KREIRANJE IZVEŠTAJA U PROŠIRENOM REALNOM VREMENU / *A METHOD OF APPLICATION REPORTING SUBSYSTEM SCADA SYSTEM FOR CREATING A REPORT IN THE EXPANDED REAL-TIME THE EXPANDED REAL-TIME***
Predrag BAJČETIĆ, ODS “EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Ogranak “Elektrodistribucija Sombor”, Srbija / *Serbia*

**I-3.03** ..... 109
**PRIMENA OPEN SOURCE REŠENJA U SCADA SISTEMIMA / *USE OF OPEN SOURCE SOULTIONS IN SCADA SYSTEMS***
Siniša DURUTOVIĆ, Ivan TODOROVIĆ, NT SOFT, Srbija / *Serbia*

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2:*
Automatizacija SN elektrodistributivne mreže / *Automatisation of the MV distribution network*

**R-3.04** ..... 109
**ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SCENARIJA AUTOMATIZACIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA U PRISUSTVU NEIZVESNOSTI**
***OPTIMAL AUTOMATION SCENARIO IN DISTRIBUTION NETWORKS IN THE PRESENCE OF UNCERTAINTY***
Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija / *Serbia*

**R-3.05** ..... 110
**ISKUSTVA U RADU SA UREĐAJIMA ZA LOCIRANJE KVARA NA NADZEMNIM VODOVIMA U DELU DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**
***EXPERIENCE IN WORK WITH DEVICES FOR FAUL LOCALIZATION ON OVERHEAD LINE IN PART OF DISTRIBUTION SYSTEM***
Danilo ŠAKOVIĆ, Marko RISTIVOJČEVIĆ, Zoran RISTANOVIĆ, Siemens d.o.o. Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-3.06** ..... 111
**PRIMENA LOKATORA KVARA U AUTOMATIZOVANOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**
***USING FAULT LOCATOR IN AUTOMATED POWER DISTRIBUTION NETWORK***
Nikola BOGDANOVIĆ, Nenad SAJIĆ, Ilija MAKSIĆ, Elektromreža Srbije AD, Srbija / *Serbia*

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3:*
Sistemi zaštite u elektrodistributivnim mrežama / *Protection systems in distribution networks*

**R-3.07** ..... 112
**PREDLOZI ZA IZMENU UPUTSTVA ZA PLANIRANJE ISKLJUCENJA I SPROVODJENJE OSNOVNIH MERA OBEZBEDJENJA MESTA RADA NA ELEMENTIMA EES 400kV, 220kV I 110kV REPUBLIKE SRBIJE**
***PROPOSALS FOR REVISION OF GUIDELINES FOR SWITCHING PLANNING AND IMPLEMENTATION OF BASIC MEASURES FOR SECURING PLACE OF WORK ON THE POWER SYSTEM ELEMENTS 400kV, 220kV AND 110kV OF REPUBLIC OF SERBIA***
Dragan IVANOVIĆ, ODS EPS Distribucija Kraljevo, Srbija / *Serbia*

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Sistemi zaštite u elektrodistributivnim mrežama / *Protection systems in distribution networks*

**R-3.08** ..... 112
**ZAHTEVI ZAŠTITE ZA PRIKLJUČENJE VETROPARKA NEZAVISNOG PROIZVOĐAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA DISTRIBUTIVNI SISTEM - NA PRIMERU IRSKE / *PROTECTION REQUIREMENTS FOR CONNECTING AN INDEPENDENT POWER PRODUCER WIND FARM TO THE DISTRIBUTION NETWORK - IRISH EXAMPLE***
Dušan HORVAT, Dražen TUBIĆ, Powercomm Engineering Ltd., Irska / Ireland, Predrag SMILJIĆ, IED d.o.o., *Serbia*

**R-3.09** ..... 113
**PROCENA POUZDANOSTI DIGITALNE TEHNOLOGIJE PRIMENJENE NA PRIMARNE DISTRIBUTIVNE PODSTANICE**
***ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF DIGITAL TECHNOLOGY APPLIED TO PRIMARY DISTRIBUTION SUBSTATIONS***
Rui Dias JORGE, Francisco BRANDÃO, Joana SANTOS, Efacec, Paulo Costa SANTOS, Sérgio Alexandre LOPES, Rui Miguel OLIVEIRA, EDP Distribuição, Rogério Dias PAULO, Efacec, *Portugal*

**R-3.10** ..... 114
**ETALONIRANJE UREĐAJA ZA PRIMARNO ISPITIVANJE RELEJNE ZAŠTITE U FUNKCIJI MERENJA VREMENSKIH INTERVALA**
***THE CALIBRATION OF TIME INTERVAL MEASUREMENT OF THE DEVICES FOR THE PRIMARY RELAY PROTECTION TESTING***
Milan DIMITRIJEVIĆ, Slavko SABOVLJEV, Nada VUČIJAK, Siniša ŠOŠKIĆ, Elektrotehnički institut „DEC“ DOO, Zrenjanin, Srbija / *Serbia*

**R-3.11** ..... 114
**IZBOR KARAKTERISTIKE RADA REGULATORA NAPONA PRI OTEŽANIM USLOVIMA RADA I LOŠIM FAKTOROM SNAGE U MREŽI SREDNJEG NAPONA / *SELECTION OF THE VOLTAGE REGULATOR'S CHARACTERISTIC IN DIFFICULT OPERATING CONDITIONS AND LOW POWER FACTOR IN THE NETWORK OF THE MEDIUM VOLTAGE***
Svetislav MILORADOVIĆ, Termoelektrana i kopovi Kostolac, Tomislav RAJIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 5 / *Preferential Subject 5:*
Strategija održavanja i procena stanja energetske opreme / *Maintenance strategy and energy equipement condition estimate*

**R-3.12** ..... 115
**TERMALNO OBEZBEĐENJE ELEKTRIČNIH KONTAKTA UNUTAR ULJANIH PRENOSNIKA ELEKTRIČNE ENERGIJE**
***THERMAL SECURING OF ELECTRICAL CONTACTS INSIDE OIL POWER TRANSFORMERS***
Ioan RUSU, Electrica, Rumunija / R*omania*

**R-3.13** ..... 116
**PRIMJENA METODA DIJAGNOSTIČKIH ISPITIVANJA IZOLACIONOG SISTEMA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA ZA PREDIKCIJU POUZDANOSTI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U EES / *APPLICATION OF METHODS OF DIAGNOSTIC TESTS OF ISOLATION SYSTEM OF ENERGY TRANSFORMERS FOR PREDICTING THE RELIABILITY OF ENERGY TRANSFORMERS IN THE EE SYSTEM***
Edin TIRO, ELEKTROPRENOS BIH, Saša ĐEKIĆ, ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina / *Bosnia & Herzegovina*

**R-3.14** ..... 117
**SIGURNOSNI ASPEKTI PRISTUPA INFORMACIJAMA U BAZI PODATAKA O ODRŽAVANJU TRANSFORMATORSKIH STANICA 110kV I 35kV / *ACCESS TO THE DATA BASE CONTAINING INFORMATION ABOUT MAINTENANCE OF 110 KV AND 35 KV TRANSFORMERS AND SECURITY ASPECTS***
Tamara CVJETIĆANIN, Svetlana MEĐO, “EPS Distribucija” d.o.o Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-3.15** ..... 118
**NOVO REŠENJE ZA KONTINUALNO PRAĆENJE PARAMETARA SVAKE POJEDINAČNE ĆELIJE STACIONARNIH AKU BATERIJA *NEW SOLUTION FOR CONTINUOUS MONITORING OF PARAMETERS OF ANY INDIVIDUAL CELLS OF STATIONARY ACU BATTERIES***
Ivan TODOROVIĆ, Siniša DURUTOVIĆ, NT SOFT, Srbija / *Serbia*

**R-3.16** ..... 118
**DEKONTAMINACIJA PCB KONTAMINIRANIH ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U JP EPS I PD ELEKTROVOJVODINA - REZULTATI PRIMENE DOMAĆE PATENTIRANE TEHNOLOGIJE DEHLORINACIJE ULJA RAZVIJENE U INSTITUTU „NIKOLA TESLA“ *DECONTAMINATION OF PCB CONTAMINATED ENERGY TRANSFORMERS IN PE EPS AND PD ELEKTROVOJVODINA – RESULTS OF THE USE OF DOMESTIC PATENTED TECHNOLOGY OF OIL DECHLORINATION DEVELOPED WITHIN NIKOLA TESLA INSTITUTE***
Jelena JANKOVIĆ, Draginja MIHAJLOVIĆ, Neda KOVAČEVIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena LUKIĆ,
Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“, Srbija / *Serbia*

STK 3 / *EC 3*: Preferencijalna tema 6 / *Preferential Subject 6:*
Primena komunikacionih sistema za potrebe zaštite i upravljanja / *Implementation of communication systems for protection and management*

**R-3.17** ..... 119
**DIGITALNI SISTEMI RADIO-VEZA U FUNKCIJI SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA SREDNJENAPONSKOM DISTRIBUTIVNOM MREŽOM**
***DIGITAL RADIO SYSTEMS AS A PART OF THE MEDIUM VOLTAGE SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION SYSTEM***
Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Bratislava RADMILOVIĆ,
ODS „EPS Distribucija“, Novi Sad, Srbija / *Serbia*

**R-3.18** ..... 120
**PRIMENA KOMUNIKACIONIH SISTEMA ZA POTREBE UPRAVLJANJA DEES NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRADA *APPLICATION OF COMMUNICATION SYSTEMS FOR THE NEEDS OF MANAGING THE PDN IN THE DISTRIBUTION AREA OF BELGRADE***
Sanja JOVANOVIĆ, Predrag ŠEJAT, Dragi RALIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-3.19** ..... 121
**KOMUNIKACIONA INFRASTRUKTURA - ISKUSTVA IZ RADA U DC 110/35kV**
***COMMUNICATION INFRASTRUCTURE – ESPERIANCE IN WORK IN DC 110/35kV***
Marko JOVANOV, Zoran JOVANOVIĆ, ODS EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-3.20** ..... 122
**PRIMER PRIVREMENOG REŠENJA TELEKOMUNIKACIONOG PUTA ZA UPRAVLJANJE TS 110/35/10kV/kV/kV "ILIĆEVO" NAKON REKONSTRUKCIJE / *EXAMPLE OF THE TEMPORARY SOLUTION OF THE TELECOMMUNICATION ROUTE FOR MANAGEMENT WITH TS 110/35/10kV/kV/kV "ILIĆEVO" AFTER RECONSTRUCTION***
Ivan SAVČIČ, Slađana BIOČANIN, Goran SAVIĆ, Biljana JANKOVIĆ,
EPS Distribucija, Distributivno područje Kragujevac, Kragujevac, Srbija / *Serbia*

Stručna komisija 4 / *Expert Committee 4* **DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE *DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF POWER***

Predsednik komisije / *Chairman*: dr Željko POPOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" Beograd, *Serbia*

**Izveštaj STK 4** ..... 123
***Session* 4 Report** ..... 126

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1:*
Integracija, upravljanje i uloga distribuiranih izvora električne energije u distributivnim mrežama
*Integration, management and role of distributed power sources in distribution networks*

**I-4.01** ..... 129
**NAČIN RADA SINHRONOG GENERATORA U MALIM HIDROELEKTRANAMA U PODPOBUĐENOM REŽIMU - PREDNOSTI I PROBLEMI / *OPERATION METHOD OF THE SYNCHRONOUS GENERATOR IN SMALL HYDROELECTRIC PLANTS IN CAPACITIVE REGIME – ADVANTAGES AND PROBLEMS***
Radovan LEKIĆ - ODS „EPS distribucuja“ DP Kraljevo, mr Vladimir OSTRAĆANIN – JP EPS, TC Kraljevo,
dr Radomir TODOROVIĆ – JP EPS Beograd, Nikola M. PAVLOVIĆ – JP EPS, TC Kraljevo, Srbija / *Serbia*

**I-4.02** ..... 130
**ANALIZA RADA DELA DEES SA KOGENERACIONOM GASNOM ELEKTRANOM**
***ANALYSIS OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH COGENERATED GAS PLANT***
Milica POROBIĆ, Dragan CVETINOV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad,
Siniša SPREMIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Jovan ČARNIĆ,
Saša MANDIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija / *Serbia*

**R-4.03** ..... 131
**ANALIZA TRANZIJENTNE STABILNOSTI MALE HIDROELEKTRANE SA ASINHRONIM GENERATOROM PRI PROPADIMA NAPONA U PRIKLJUČNOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI / *THE ANALYSIS OF TRANSIENT STABILITY OF SMALL HYDRO POWER PLANT WITH ASYNCHRONOUS GENERATOR DURING VOLTAGE DROP IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK***
Milica TANASKOVIĆ, Elektroistok Inženjering, Beograd, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-4.04** ..... 132
**ODABIR OPTIMALNE LOKACIJE I VELIČINE VETROGENERATORA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI UZ UVAŽAVANJE NEIZVESNOSTI**
***SELECTION OF OPTIMAL LOCATION AND SIZE OF WIND POWER PLANT IN DISTRIBUTION NETWORK CONSIDERING UNCERTAINTY***
Đorđe LAZOVIĆ, Andrej TASIĆ, Predrag STEFANOV, Darko ŠOŠIĆ, Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

**I-4.05** ..... 132
**PROGNOZA PROIZVODNJE I PROJEKTOVANJE FOTONAPONSKIH ELEKTRANA MANJE SNAGE**
***THE PRODUCTION FORECAST AND DESIGN OF SMALL PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS***
Stevan BOŽIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Niš, Srbija / *Serbia*

**R-4.06** ..... 133
**PRORACUN UCESTVA DISPERZIRANE PROIZVODNJE U BILANCU SNAGE I ENERGIJE U ELEKTRIENERGETSKOM SISTEMU**
***CALCULATION OF DISPERSED GENERATION SHARE IN POWER AND ENERGY BALANCE OF POWER SYSTEM***
Metodija ATANASOVSKI, Blagoja ARAPINOSKI, Mitko KOSTOV, Faculty of Technical Sciences-Bitola, *Republic of Macedonia*

**R-4.07** ..... 134
**ANALIZA RADA FOTONAPONSKE ELEKTRANE „EMY“ 30kWP PRIKLJUČENE NA ELEKTROENERGETSKU DISTRIBUTIVNU NISKONAPONSKU MREŽU NA PODRUČJU OPŠTINE ŽEPČE-BIH / *ANALYSIS OF WORK OF THE PHOTOVOLTAIC POWER PLANT “EMY” 30kWP CONNECTED TO THE POWER DISTRIBUTION LOW VOLTAGE NETWORK IN THE MUNICIPALITY ZEPCE-BIH***
Sakib JUSIĆ, Emir HRNJIĆ,
JP “Elektroprivreda BiH” d.d. Sarajevo – Podružnica “Elektrodistribucija” Zenica, Bosna i Hercegovina / *Bosnia & Herzegovina*

**I-4.08** ..... 135
**NOVI ASPEKTI SMANJENJA CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE DOBIJENE IZ KOMBINACIJE OBNOVLJIVIH IZVORA I BATERIJA ZA NJENO SKLADIŠTENJE KAO I NJIHOV UTICAJ NA FUNKCIONISANJE ENERGETSKE INFRASTRUKTURE**
***NEW ASPECTS OF REDUCING THE PRICE OF ELECTRICITY DERIVED FROM A COMBINATION OF RENEWABLE SOURCES AND BATTERIES FOR ITS STORAGE AS WELL AS IMPACT ON THE FUNCTIONING OF ENERGY INFRASTRUCTURE***
Branislav TEPAVČEVIĆ, Samir SALMAN, Haris SALMAN, Saša ĐEKIĆ, Bosna i Hercegovina / *Bosnia & Herzegovina*

**R-4.09** ..... 135
**KONCEPT IDEJNOG PROJEKTA MIKROMREŽE SA DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA NOVI SAD / *CONCEPT OF IDEA PROJECT OF THE MICROGRID WITH DISTRIBUTED ENERGY SOURCES AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES NOVI SAD***
Nemanja SAVIĆ, Vladimir KATIĆ, Boris DUMNIĆ, Dragan MILIĆEVIĆ, Zoltan ČORBA,
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija / *Serbia*

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalnatema 2 / *PreferentialSubject 2:*
Efikasno korišćenje elektične enegije / *Efficient use of power*

**R-4.10** ..... 136
**OPTIMALNA STRUKTURA INTERNE KABLOVSKE MREŽE VETROELEKTRANE**
***OPTIMAL STRUCTURE OF THE INTERNAL CABLE NETWORK OF WIND POWER PLANT***
Ana ĐORĐEVIĆ, Dejan MILOŠEVIĆ, Global Substation Solutions, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-4.11** ..... 137
**OČEKIVANE UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE NAKON REKONSTRUKCIJE JAVNE RASVJETE OPŠTINE TRAVNIK**
***EXPECTED ENERGY SAVING AFTER RECONSTRUCTION OF THE PUBLIC LIGHTING OF THE MUNICIPALITY TRAVNIK***
Nevsad SKULJ, Saša ĐEKIĆ, IU Travnik, Bosna i Hercegovina / *Bosnia & Herzegovina*

**I-4.12** ..... 138
**PROBLEMI NAPAJANJA SOPSTVENE POTROŠNJE TS X/110kV IZ DISTRIBUTIVNE MREŽE**
***PROBLEMS OF X/110kV SUBSTATION AUXILIARY SUPPLIES CONNECTED TO DISTRIBUTION NETWORK***
Vesna ŠNAJDEROV, Dragan KARANOVIĆ, Branko GRUJIČIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije“, Beograd
Dušan VUKOTIĆ, „EPS Distribucija“ Beograd, Srbija / *Serbia*

**I-4.13** ..... 138
**SISTEM ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE**
***SYSTEM FOR ELIMINATION OF NON-TECHNICAL LOSSES OF ELECTRICITY***
Vladimir KULPINSKI, Tehnički centar Novi Sad, Srbija / *Serbia*

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalnatema3 / *PreferentialSubject3*:
Upravljanje opterećenjem / *Load Management*

**R-4.14** ..... 139
**RAZVOJ ALGORITMA ZA NAPREDNO UPRAVLJANJE POTROSNJOM U DISTRIBUTIVNOJ MREZI**
***TOWARDS THE ADVANCED DEMAND RESPONSE IN DISTRIBUTION NETWORK***
Jelena PONOĆKO, Jovica V. MILANOVIĆ, University of Manchester, *United Kingdom*

STK 4 / *EC 4*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4*:
Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima
*Smart meters and systems use for remote control and reading of meters*

**I-4.15** ..... 139
**ODS „EPS DISTRIBUCIJA" U SKLADU SA MODERNIZACIJOM ZAKONSKE METROLOGIJE U SRBIJI**
***ODS „EPS DISTRIBUCIJA" IN ACCORDANCE WITH MODERNIZATION OF LEGAL METROLOGY IN SERBIA***
Tatjana CINCAR – VUJOVIĆ, Vladimir MILENOVIĆ, ODS „EPS Distribucija" Beograd, Srbija / *Serbia*

Stručna komisija 5 / *Expert Committee 5* **PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA**
***DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING***

Predsednik komisije / *Chairman*: dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet Niš, *Serbia*

**Izveštaj STK 5** ..... 140
***Session* 5 Report** ..... 146

Preferencijalna tema 1 / *Preferential Subject 1*:
Prognoza opterećenja i proizvodnje distribuiranih izvora
*Forecast of demand and distributed generation production*

**R-5.01** ..... 151
**ANALIZA RASTA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U NAREDNIM DECENIJAMA USLED ZNAČAJNIJEG POVEĆANJA BROJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA / *ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION GROWTH IN THE COMING DECADES DUE TO A CONSIDERABLE INCREASE IN THE NUMBER OF ELECTRIC CARS***
Milko ZUBAC, Elektroprivreda Srbije, Marijana SUČEVIĆ TASIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija / *Serbia*

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 2 / *Preferential Subject 2*:
Zahtevane karakteristike distributivnog sistema, rezultati i benčmarking tehničkih i ekonomskih karakteristika
*Required distribution system performances, results and benchmarking of technical and economic characteristics*

**I-5.02** ..... 152
**PRIMENA ZAKONSKE REGULATIVE KOD DEFINISANJA USLOVA I PRIKLJUČENJA OBJEKATA KORISNIKA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM ODS „EPS DISTRIBUCIJA" D.O.O. BEOGRAD / *APPLIANCE OF LEGAL REGULATION WITH DEFINING TERMS AND CONNECTION OF USER'S INSTALLATION TO THE DISTRIBUTIVE SYSTEM DSO "EPS DISTRIBUCIJA" D.O.O. BELGRADE***
Predrag MATIĆ, Mirjana NOVAKOVIĆ, Daniela ŠOPALO, EPS Distribucija, Beograd,
Slobodan KOJIĆ, EPS Distribucija, Ogranak Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad, Nataša NIKOLIĆ, EPS Distribucija, Distributivno područje Kragujevac, Kragujevac, Srbija / *Serbia*

**I-5.03** ..... 152
**OD IDEJE DO UPOTREBNE DOZVOLE (PRAKTIČNA PRIMENA PRI IZGRADNJI DISTRIBUTIVNE STANICE TS 110/35/10kV NIŠ 15 – DOLJEVAC) / *FROM IDEA TO USE PERMIT (PRACTICAL APPLICATION DURING THE CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION STATION TS 110/35/10kV NIS 15 – DOLJEVAC)***
Nataša VIDANOVIĆ, Nenad MILENKOVIĆ, Lidija POPOVIĆ, ODS „EPS DISTRIBUCIJA" Beograd, Srbija / *Serbia*

**I-5.04** ..... 153
**TRETMAN MESTA PRIKLJUČENJA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM U PROPISIMA**
***TREATMENT THE POINT OF CONNECTION TO DISTRIBUTION SYSTEM IN REGULATIONS***
Obrenko ČOLIĆ, "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Sektor za planiranje i investicije Novi Sad,
Dragana ZEČEVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije", TC Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Pančevo, Srbija / *Serbia*

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 3 / *Preferential Subject 3*:
Napredne šeme distributivnih mreža radi prilagođavanja obnovljivim izvorima i električnim vozilima
*Advanced network schemes for the best exploitation of distributed generation, energy storage and electric vehicles*

**I-5.05** ..... 154
**PLANIRANJE I RAD DISTRIBUTIVNOG SISTEMA PRI PARALELNOM RADU 8 MALIH HIDROELEKTRANA NA 10kV NAPONSKOM NIVOU NA TPTS 35/10kV BLATNICA / *PLANNING AND WORKS OF DISTRIBUTION SYSTEM IN PARALLEL WORK 8 SMALL HYDROPOWER PLANTS AT THE 10kV VOLTAGE LEVEL ON THE SUBSTATION 35/10kV BLATNICA***
Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina / *Bosnia & Herzegovina*

**I-5.06** ..... 154
**REŠENJE SPOJA DISTRIBUIRANOG IZVORA / *OPTIMAL CONNECTION OF A DISTRIBUTED POWER SOURCE***
Josip POPOVIĆ, Zvonimir POPOVIĆ, Dejan ĆULIBRK, HEP Operator distribucijskog sustava, Elektra Bjelovar, Hrvatska / *Croatia*

**R-5.07** ..... 155
**SOFTVERSKIALATZAKONVERZIJUGEOGRAFSKIHKOORDINATAIZMEĐUGAUS-KRIGEROVOGIWGS84 SISTEMA**
***SOFTWARE TOOL FOR CONVERSION OF GEOGRAPHIC COORDINATE BETWEEN GAUS-KRIGER AND WGS84 SYSTEM***
Milanče JEVTIĆ, Biljana BELJAKOVIĆ, ODS EPS Distribucija DP Kragujevac, Srbija / *Serbia*

**R-5.08** ..... 156
**SPECIJALIZOVANI GIS MODULI I FUNKCIJE U POSLOVIMA PLANIRANJA I UPRAVLJANJA DISRIBUTIVNOM MREŽOM**
***SPECIALIZED GIS MODULES AND FUNCTIONS IN PLANNING AND SYSTEM OPERATING OF DISTRIBUTION NETWORK***
Vladimir STOJIČIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o.Beograd, Bojan LAZIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o.Beograd, Srbija / *Serbia*

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 4 / *Preferential Subject 4:*
Smanjivanje gubitka u distributivnoj mreži
*Reduction of losses*

**R-5.09** ..... 157
**PRORAČUN GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORA PRENOSNOG ODNOSA 110/H kV NA KONZUMNOM PODRUČJU DP NOVI SAD / *CALCULATION OF ENERGY LOSSES IN DISTRIBUTION TRANSFORMERS OF 110/X kV TRANSMISSION RATIO ON THE CONSUMER AREA OF DP NOVI SAD***
Miroslav RADOSAVLJEV, Sektor za upravljanje DEES Novi Sad, ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Sektor za operativnu energetiku Beograd, ODS EPS Distribucija, Nikola ĐORĐEVIĆ, Sektor za podršku tržištu i smanjenje gubitaka Kraljevo, ODS EPS Distribucija, Srbija / *Serbia*

**I-5.10** ..... 158
**ISKUSTVA U PRIMENI MERE IZMEŠTANJA MESTA MERENJA ZA SMANJENJE KOMERCIJALNIH GUBITAKA / *EXPERIENCE IN APPLICATION OF DISPLACEMENT OF MEASURING POINTS FOR THE PURPOSE OF REDUCTION OF COMMERCIAL LOSS***
Dragan MARKOVIĆ, Nikola ŠLJUKIĆ, Goran GLIGORIJEVIĆ, ODS EPS Distribucija – ogranak Požarevac, Srbija / *Serbia*

**R-5.11** ..... 158
**ANALIZA GUBITAKA OGRANAKA EPS DISTRIBUCIJA PRIMENOM STATISTIČKIH METODA**
***THE ANALYSIS OF LOSSES OF BRANCHES OF EPS DISTRIBUCIJA BY APPLICATION OF STATISTICAL METHODS***
Branislav RADOVIĆ, Nenad STANKOVIĆ, Srbija / *Serbia*

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 5 / *Preferential Subject 5:*
Planiranje mreža uz uvažavanje retkih događaja i ekstremnih vremenskih uslova
Distribution network design criteria to manage high impact, low probability (HILP) extreme events

**R-5.12** ..... 159
**UPRAVLJANJE RIZICIMA OD PRIRODNIH I DRUGIH NESREĆA NA ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI KAO DIJELU KRITIČNE INFRASTRUKTURE / *NATURAL AND OTHER DISASTERS RISK MANAGEMENT IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK AS PART OF THE CRITICAL INFRASTRUCTURE***
Edin GARAPLIJA, Institut za upravljanje rizicima INZA Beograd,
Velimir STRUGAR, Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić, Crna Gora / *Montenegro*

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 6 / *Preferential Subject 6:*
Metode za planiranje i optimizaciju mreža
*Methods for planning and network optimization*

**R-5.13** ..... 160
**NOVI PRISTUP REKONFIGURACIJI SIMETRIČNIH RADIJALNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA, PRIMENOM METODE SIMULACIJE KALJENJA (SIMULATED ANNEALING) U SVRHU SMANJENJA GUBITAKA AKTIVNE SNAGE**
***NOVEL APPROACH TO RECONFIGURATION POWER LOSS REDUCTION PROBLEM BY SIMULATED ANNEALING TECHNIQUE***
Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

**R-5.14** ..... 161
**EKONOMSKA PROCENA REKONFIGURACIJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA I OTOČNE KOMPENZACIJE**
***ECONOMIC ASSESSMENT OF DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION AND CAPACITOR SWITCHING***
Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar, Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

**R-5.15** ..... 162
**IZBOR OPTIMALNE LOKACIJE DISTRIBUIRANOG IZVORA ENERGIJE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**
***OPTIMAL LOCATION OF THE DISTRIBUTED ENERGY SOURCE IN THE DISTRIBUTION NETWORK***
Jelena STOJKOVIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ, Elektrotehnički fakultet – Univerzitet u Beogradu, Srbija / *Serbia*

**R-5.16** ..... 162
**OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE**
***OPTIMAL RECONFIGURATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK***
Darko ŠOŠIĆ, Predrag STEFANOV, Đorđe LAZOVIĆ, Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Srbija / *Serbia*

STK 5 / *EC 5*: Preferencijalna tema 7 / *Preferential Subject 7:*
Strategije za investiranje u revitalizaciju i izgradnju novih distributivnih objekata
*Investment strategies for the construction and revitalization of network*

**I-5.17** ..... 163
**PRIMENA NAPONA 20kV NA PODRUČJU OGRANKA ED JAGODINA**
***USE OF 20kV VOLTAGE IN THE ED DEPARTMENT IN JAGODINA***
Nada VRCELJ, Miloš ANĐELKOVIĆ, Nenad BELČEVIĆ, Miroslav STANKOVIĆ, Elektrotehnički Institut "Nikola Tesla" a.d. Beograd,
Zoran VULIĆ, Jovan MAKSIMOVIĆ, Mališa ALIMPIJEVIĆ, Veselin RMANDIĆ, "ODS EPS Distribucija" Ogranak Jagodina, Srbija / *Serbia*

**R-5.18** ..... 164
**RANGIRANJE PREDLOŽENIH INVESTICIJA U DISTRIBUTIVNU MREŽU / *INVESTMENTS RANKING IN DISTRIBUTION GRID***
Miroslav STANKOVIĆ, Saša MINIĆ, Igor BELIĆ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla" a.d. Beograd,
Vladimir JOKOVIĆ, JP „Elektroprivreda Srbije" Beograd, Srbija / *Serbia*

Stručna komisija 6 / *Expert Committee 6* **DEREGULACIJA, TRŽIŠTE I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE**
***DEREGULATION, MARKET AND EFFICIENT USE OF ELECTRICITY***

Predsednik komisije / *Chairman*: dr Nenad KATIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, *Serbia*


**Izveštaj STK 6** ..... 165
***Session 6 Report*** ..... 169

**R-6.01** ..... 172
**NOVA ULOGA ODS NA TRANZICIONOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**
***NEW ROLE OF DSO IN THE TRANSITIONAL ENERGY MARKET***
Bratislav DŽOMBIĆ, JP Elektroprivreda Srbije, Milica BRKIĆ VUKOVLJAK, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija / *Serbia*

**R-6.02** ..... 173
**ODNOS OPERATORA ZATVORENOG DISTRIBUTIVNOG SISTEMA SA DRUGIM UČESNICIMA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE 7** ***THE RELATIONS BETWEEN COLSED DISTRIBUTION SYSTEM OPERATORS WITH OTHER PARTICIPANTS ON ELECTRICITY MARKET***
Jadranka JANJANIN, EMS AD Beograd, Milan DANILOVIĆ, JP EPS Ogranak EPS Snabdevanje, Srbija / *Serbia*

**R-6.03** ..... 174
**MOGUĆNOSTI POVEĆANJA EFIKASNOSTI REGULISANIH DELATNOSTI EPS GRUPE UNAPREĐENJEM REGULATORNOG OKVIRA /** ***EFFICIENCY INCREASING OPPORTUNITIES OF REGULATED ACTIVITIES OF EPS GROUP BY IMPROVING REGULATORY FRAMEWORK***
Vladimir ŠILJKUT, JP EPS, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Ljiljana MITRUŠIĆ, JP EPS, Srbija / *Serbia*

**R-6.04** ..... 175
**UGOVORI O EKSPLOATACIJI IZMEĐU OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA I OPERATORA PRENOSNOG SISTEMA**
***CONTRACTS OF EXPLOITATION BETWEENDISTIBUTION SYSTEM OPERATOR AND TRANSFER SYSTEM OPERATOR***
Dragan KARANOVIĆ, Vesna ŠNAJDEROV, Slavenko DAVIDOVIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije", Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-6.05** ..... 176
**ENERGETSKO SIROMAŠTVO U SRBIJI I UČEŠĆE KUPACA KOJI SE SVRSTAVAJU U KATEGORIJU ENERGETSKI SIROMAŠNIH U ODNOSU NA STRUKTURU POTROŠNJE NA KONZUMNOM PODRUČJU GRADA BEOGRADA**
***ENERGY POVERTY IN SERBIA AND THE PARTICIPATION OF ELECTRICITY CONSUMERS CLASSIFIED AS ENERGY POOR IN RELATION TO THE ELECTRICITY CONSUMPTION STRUCTURE IN THE URBAN AREA OF BELGRADE***
Željko MARKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Deloitte d.o.o. Beograd, Jelena STEVIĆ, Operator distributivnog sistema „EPS distribucija" d.o.o. Beograd, Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-6.06** ..... 176
**REZERVNO SNABDEVANJE KAO POSLEDICA OTVARANJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI U PERIODU 2014-2017 GODINA /** ***RESERVE SUPPLY AS A CONSEQUENCE OF ELECTRICITY MARKET OPENING IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PERIOD 2014-2017.***
Zoran JEREMIĆ, Milena RADIVOJEVIĆ, Milanko MIROSAVLJEVIĆ, JP EPS Ogranak EPS Snabdevanje,
Goran MILIĆ, DIGIT, Srbija / *Serbia*

**R-6.07** ..... 177
**ANALIZA NETO PRIHODA OD PRISTUPA DISTRIBUTIVNOM SISTEMU EPS DISTRIBUCIJE D.O.O. BEOGRAD PO OGRANCIMA U AP VOJVODINI /** ***THE ANALYSIS OF NET INCOME FROM THE ACCESS TO DISTRIBUTION SYSTEM OF EPS DISTRIBUCIJA LLC BELGRADE BY BRANCHES IN AP VOJVODINA***
Dr Snežana RADUKIĆ, Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Msc Milana RADOVIĆ, Eps Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-6.08** ..... 178
**ADMS FUNKCIONALNOSTI KROZ PROJEKAT "PAMETAN GRAD" U OGRANKU "ED NOVI SAD"**
***ADMS FUNCTIONALITIES THROUGH PROJECT "SMART CITY" IN THE BRANCH "ED NOVI SAD"***
Milica POROBIĆ, Slobodan MILIVOJEV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Gordana JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Branislav BOGDANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Ratko ROGAN, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-6.09** ..... 179
**MERE ZA SMANJENJE EMISIJE $CO_2$ NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU DP NOVI SAD**
***MEASURES FOR REDUCTION OF THE $CO_2$ EMISSION IN DP NOVI SAD DISTRIBUTION AREA***
Ratko ROGAN, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Milica POROBIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Miroslav RADOSAVLJEV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Srbija / *Serbia*

**R-6.10** ..... 180
**JASNE ZAKONSKE ODREDBE PREDUSLOV ZA ZADOVOLJNOG KUPCA**
***CLEAR RULES OF LOW ARE PRECONDITION FOR A SATISFIED CUSTOMER***
Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Bogoljub RADULOVIĆ, Dragan TUNGUZ, Marko BREBERINA, ODS EPS Distribucija, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-6.11** ..... 181
**ANALIZA RADA PRI POSTUPKU PROMENE SNABDEVAČA I PREDLOG ZA POBOLJŠANJE**
***THE ANALYSIS OF WORK IN SUPPLIER SWITCHING PROCEDURE AND THE PROPOSAL FOR IMPROVEMENT***
Branislav RADOVIĆ, Slobodan STOJKOV, Srbija / *Serbia*

**R-6.12** ..... 182
**NOVI PODSTICAJI ZA POSTIZANJE CILJEVA NACIONALNOG AKCIONOG PLANA ZA KORIŠĆENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE /** ***NEW INCENTIVES FOR ACCOMPLISHING GOALS OF THE NATIONAL ACTION PLAN FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES***
Vladimir ĐORĐEVIĆ, JP EPS, Beograd, Aleksandar JANjIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Andrija VUKAŠINOVIĆ, PD EPS Distribucija, Beograd, Zoran MANASIJEVIĆ, EINT, Beograd, Srbija / *Serbia*

**R-6.13** ..... 182
**UTICAJ PRIKLJUČENJA DISTRIBUTIVNIH ELEKTRANA NA RAD DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**
***INFLENCE OF THE CONNECTION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ON DISTRIBUTION SYSTEM OPERATION***
Biljana TRIVIĆ, Aca VUČKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija / *Serbia*

**R-6.14** ..... 185
**PRISTUP TREĆE STRANE DISTRIBUTIVNOM SISTEMU ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU U PROPISIMA REPUBLIKE SRBIJE**
***THIRD PARTY ACESS TO DISTRIBUTION NETWORK IN ENERGY LAW OF REPUBLIC OF SERBIA***
Branislava LEPOTIĆ-KOVAČEVIĆ, Bratislav DŽOMBIĆ, Srbija / *Serbia*

## FORUM SMART GRID

Moderator: dr Dragoslav JOVANOVIĆ

Za XI Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama u organizaciji CIRED-SRBIJA, FORUM SMART GRID prihvaćeno je ukupno 8 radova.

Preferencijalne teme za FORUM SMART GRID su:

1. Iskustva u sistemima sa razvijenijim Smart grid sistemima
2. Perspektive razvoja Smart grid sistema.
3. Iskustva sa DG kod nas

## IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA

**R-F.01** **NA PUTU OD SKORAŠNJIH PROBA I DEMONSTRATORA 'PAMETNIH MREZA' DO POTPUNO PREGLEDNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA BUDUCNOSTI LAKIH ZA KONTROLISANJE**

Autor: Jovica MILANOVIĆ
**rad po pozivu**

**R-F.02** **IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR NAD TRANSFORMATORSKIM STANICAMA SN/NN**
**THE IMPLEMENTATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR SUB-STATIONS MV/LV**

Autori: Dušan VUKOTIĆ, Vladeta MILENKOVIĆ, Miodrag STOJANOVIĆ, Vladimir STOJIČIĆ, Aleksandar MILOJKOVIĆ

Pitanja za autore:

1. Kako se na osnovu agregiranih merenja iz MKO duž celog SN izvoda može modelovati strujno opterećenje SN izvoda za potrebe proračuna gubitaka u SN mreži?
2. Koje parametre SN distributivne mreže je potrebno preuzimati iz GIS za potrebe proračuna gubitaka aktivne snage/energije u SN mreži (postojeći model podataka GIS-a ne obuhvata pogonske impedanse elemenata distributivne mreže)?
3. Kako bi se modelovala dinamička promena opterećenja u NN potrošačkom čvoru na osnovu izmerene mesečne potrošnje aktivne energije analognim brojilima?
4. Koliko uzoraka merenja sa digitalnih brojila u NN potrošačkim čvorovima u reonu jedne TS SN/NN je potrebno da bi se uradila dobra estimacija stanja za NN potrošačke čvorove sa analognim brojilima?

**R-F.03** **SMART METERING U PRAKSI U SRBIJI I REPUBLICI SRPSKOJ I POZITIVNE PERSPEKTIVE RAZVOJA**

Autori: Goran MAKEVIĆ, Igor VUJIČIĆ, Saša GAVRILOVIĆ, Vladan LAPČEVIĆ, Jovan VUJASINOVIĆ, Meter&Control, Srbija

U radu su predstavljena iskustva sa AMM projektom u Srbiji i Republici Srpskoj. Opisuju se prednosti za elektrodistributivna preduzeća, licencirane trgovce, kao i za krajnje kupce.
Iznose se potom iskustva daljinskog očitavanja brojila iz Srbije i Republike Srpske kao i korišćenje AMM sistema u detekciji neovlašćene potrošnje.
Na kraju, autori zaključuju da je evidentno da implementirani AMM sistemi donose brojne prednosti elektrodistributivnim preduzećima.

Pitanja za autore:

1. Da li autori mogu da sagledaju predlog sistema opšte (sveukupne) primene ovog sistema u elektroprivredama Srbije i Republike Srpske, te ako mogu, kakav bi sistem ukratko predložili.

**R-F.04** **ISKUSTVA OGRANKA SOMBOR SA ELEKTRANAMA KOJI PROIZVODE ELEKTRIČNU ENERGIJU IZ OBNOVLjIVIH IZVORA**

Autori: Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Todor KILIBARDA, "JP Elektroprivreda Srbije" Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Jaroslav ČINČURAK, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija, Dobrosav BAĆOVIĆ, "Mirotin Energo" d.o.o., Vrbas, Srbija,

Marjan IVANOV, Srednja tehnička škola "Mihajlo Pupin", Kula, Srbija

Autori u radu obrađuju probleme operatora sistema sa radom malih elektrana u tradicionalno pasivnoj mreži. Uočavaju probleme koji tada nastaju i time utiču na rad zaštitnih uređaja, nivo struje kratkog spoja, stabilnost sistema, regulaciju napona, gubitke u mreži i kvalitet električne energije.

Potom je prikazana osnovna normativna regulativa za priključenje i rad elektrana, a dalje, ukratko su prikazane sve priključene elektrane i one koje su u izgradnji.

Predstavljena su iskustva i problemi koji su se pojavili u radu sa elektranama sa stanovišta ODS i proizvođača električne energije.

Pitanja za autore:

1. Da li je moguće u ovoj fazi predložiti mere koje treba ugraditi u TP16 i da li te mere treba da se razlikuju u zavisnosti od vrste i tipa DG u mreži?
2. S obzirom na karakteristike WAMS sistema, da li je opravdano već sada predložiti uvođenje ovog sistema u distributivnu mrežu na nivou EPS, s obzirom da će novih DG u distributivnoj mreži biti sve više i vise?

**R-F.05 KORIŠĆENJE TEHNOLOGIJE SNIMANJA BESPILOTNIM LETELICAMA I BAS U VIDLJIVOM I TERMALNOM DELU SPEKTRA KOD MAPIRANJA I ANALIZE PODATAKA O DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**

Autor: Vladimir STOJIČIĆ, Jelena STEVIĆ, Sreten DOBRIVOJEVIĆ, PD “EPS Distribucija”, d.o.o. Beograd, Ljubiša ADŽEMOVIĆ, Livona d.o.o., Srbija

Uradu je dat prikaz različitih načina primene bespilotnih letilica za potrebe snimanja elektrodistributivne mreže svih naponskih nivoa, a u cilju skupljanja neophodnih tehničkih podataka o njoj. Tehnološkim inovacijama u poslednjoj deceniji na polju razvoja bespilotnih letilica, došlo se do željenog nivoa tehničkih performansi koje te letilice trebaju da poseduju, kako bi se one intenzivnije koristile u snimanju elektrodistributivne mreže. Kako po performansama, tako i po sve pristupačnoj ceni uređaja i celokupnih sistema, došlo se do nivoa da ovakva rešenja, određeni broj elektrodistributivna preduzeća u svetu koriste u svakodnevnom radu, pri čemu se korišćenje bazira na sopstvenim resursima, a sve manje na korišćenju usluga od strane specijalističkih firmi iz tog domena. U radu je sistematizovano dat pregled aktivnosti, sa primerima iz prakse, koje se mogu obavljati primenom bespilotnih letilica i sistema, a i cilju efikasnijeg snimanja elektrodistributivne mreže i njene neposredne okoline, ali i za potrebe preventivnog i korektivnog održavanja na kome se sve više daje akcenat. Takođe, u radu je ukazano na prisutan problem pravnih i administrativnih barijera koje se postavljaju pred primenu ovih savremenih rešenja, a koje se odnose pre svega na polaganje ispita za dobijanje neophodnih dozvola za lica koja upravljaju njima, ali i za odobrenja za preletanje nad određenim oblastima koje su od interesa za snimanje elektrodistributivne mreže. Brojni primeri upotrebe ove savremene tehnologije u praksi, gde su pre svega nosioci aktivnosti lica iz elektrodistributivnog preduzeća, koja su brojne probleme pokušala da prevaziđu korišćenjem ove nove tehnologije, zavređuje svakako pažnju šire stručne javnosti, pre svega što se ovde radi o jednom pionirskom poslu, koji će u bliskoj budućnosti naći svoje mesto u tehnologiji rada sa elektrodistributivnom mrežom.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori imaju stav po pitanju da li će usluge snimanja bespilotnim letilicama elektrodistributivne mreže biti pre svega povereno "trećim licima" ili će obavljanje ovih aktivnosti biti povereno nekoj organizacionoj celini elektroprivrednog preduzeća? Koja bi to organizaciona celina bila?
2. Da li autori mogu da detaljnije opišu postupak dobijanja potrebnih dozvola, kao i proceduru polaganja ispita za upravljanje bespilotnim letilicama, sa posebnim osvrtom na prethodno stručno obrazovanje kandidata za polaganje ispita, koje mora da poseduje?
3. Da li se postupak za dobijanja potrebnih dozvola može da se ubrza, imajući u vidu veliki broj željenih aktivnosti koje treba da se obave u relativno kratkom roku, trenutno neizvestan rok za njihovo dobijanje u velikoj meri odlaže njihovo obavljanje?
4. Da li postoje planovi, inicijative ili konkretne realizacije razmene snimljenih podataka sa drugim institucijama, jer je to do sada bila koordinirana aktivnost? Koji su bezbednosni rizici takve razmene podataka?

**R-F.06 IZAZOVI U MODELOVANjU I PRORAČUNIMA DISTRIBUTIVNIH MREŽA USLED INTEGRACIJE OBNOVLjIVIH DISTRIBUIRANIH ENERGETSKIH RESURSA**

Autori: Luka V. STREZOSKI, Nikola R. VOJNOVIĆ, Vladimir C. STREZOSKI, Predrag M. VIDOVIĆ
Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

Autori su u radu, diskutovali potrebu za naprednim modelovanjem i proračunima osnovnih energetskih funkcija – tokova snaga i kratkih spojeva, izazvana integracijom velikog broja DER povezanih na mrežu uređajima energetske elektronike, kao posledicu pojave sve većeg broja DER u distributivnom sistemu.

Potom su izložilii i ukratko opisali razvoj tradicionalnih proračuna tokova snaga i kratkih spojeva. U narednom poglavlju su opisane moguće upravljačke strategije integrisane u savremenim DER kao i nedostaci tradicionalnih proračuna kada su u pitanju savremene mreže sa DER zasnovanim na uređajima energetske elektronike.

Na kraju, u poglavlju 4 izložena su moguća rešenja za nove pravce u modelovanju i proračunima distributivnih mreža zbog pojave DER zasnovanih na uređajima energetske elektronike i date su smernice za dalja istraživanja na ovu temu.

Pitanja autorima:

1. Da li su autori razmatrali i situaciju kada imamo DER sa uređajima energetske elektronike superponirane na klasičnu (jaku) distributivnu mrežu?
3. Koliki su zahtevi u pogledu memorije računara kada se vrše proračuni?
4. Koliko je potrebno „zahvatiti“ distributivne mreže u proračunima da bi se dobio prihvatljiv rezultat?

**R-F.07** **MODELI REGULACIJE NAPONA U KLASIČNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA GENERATORIMA**
**VOLTAGE REGULATION MODELS IN A DISTIBUTION NETWORK CONTAINING DISTRIBUTED GENERATION**

Autori: Zoran SIMENDIĆ, Goran ŠVENDA, Vidoje MIJATOVIĆ, Predrag BAJČETIĆ

Rad obrađuje temu regulacije napona na distributivnoj mreži koju električnom energijom snabdeva vetrogenerator. Jedini uređaj na osnovu kojeg može da se realizuje regulacija napona u realnom vremenu, jeste regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem i ugrađenim automatskim regulatorom napona – klasična regulacija napona. U aktivnim distributivnim mrežama merenje modula struje na sekundaru regulacionog transformatora nije jednako opterećenju distributivne mreže. U skladu sa tim primenom klasične regulacije napona donose se odluke na osnovu pogrešnih informacija (lažne slike o opterećenju distributivne mreže). U cilju rešavanja navedenog problema, u radu su prikazana tri modela primene modifikovane klasične regulacije napona u distributivnoj mreži sa vetrogeneratorom.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako se ponaša međutransformator kada na izvodu generatora ima potrošača, a generator ne radi?
2. Da li su softveri za modifikaciju struje i regulaciju napona u PLCu daljinske stanice napravljeni i ispitani?

**R-F.08** **PLANIRANJE DISTRIBUTIVNE MREŽE SUTRAŠNJICE**

Autor: Dragoslav JOVANOVIĆ

Autor je u ovom preglednom radu sažeto prikazao glavne izazove pred planerima naprednih distributivnih mreža (Smart grid). Jasno su istaknuti problemi neizvesnosti proizvodnje, potrošnje, kao i tržišta električne energije kao glavni faktori koji čine problem planiranja drugačijim od tradicionalnog pristupa. Takođe, dat je i kratak pregled optimizacionih tehnika i alata koji se koriste u ovu svrhu. Iako je u radu ovaj problem samo generalno prikazan, može da posluži kao smernica planerima u različitim uslovima i za različite prethodne nivoe izgrađenosti mreže. Kao što je i navedeno u zaključku, nema univerzalnog rešenja, već je potrebno svaki problem analizirati putem namenski odabranih alata.

Pitanja za diskusiju:

1. Naveden je faktor LCOE kao jedan od pokazatelja rentabilnosti elektrana. Kolike su uobičajene vrednosti ovih faktora za male elektrane u Srbiji?
2. Napomenuto je da sistemi za očitavanje brojila (AMR) mogu da pomognu planerima. Koji su, po autorovom mišljenju, glavni pravci mogućih primena ovih sistema u planiranju?

## FORUM SMART GRID

Moderator: Dragoslav JOVANOVIĆ, PhD

For the 11th Conference on electricity distribution, organised by CIRED-SERBIA, FORUM SMART GRID altogether 8 papers were submitted.

The preferential subjects for FORUM SMART GRID are:

1. Advanced Smart grid distribution experiences.
2. Challenges toward knowledge and visions for Smart grid start in Serbia.
3. Experience with DG

## REPORT BY RAPPORTEURS

**R-F.01** **FROM RECENT *SMART GRID* TRIALS AND DEMONSTRATORS TO FULLY OBSERVABLE AND CONTROLLABLE DISTRIBUTION NETWORKS OF THE FUTURE**

Author: Jovica MILANOVIĆ
**Invited paper**

**R-F.02** **THE IMPLEMENTATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR SUB-STATIONS MV/LV**

Authors: Dušan VUKOTIĆ, Vladeta MILENKOVIĆ, Miodrag STOJANOVIĆ, Vladimir STOJIČIĆ, Aleksandar MILOJKOVIĆ

Questions for authors:

1. How can MV derivate load be modelled on the basis of aggregated metering from MKO along the whole MV derivate for the purpose of calculating losses in the MV network?

2. Which MV distribution network parameter should be taken over from GIS for the purpose of calculating active power/energy losses in the MV network (existing GIS data model does not include operating impedances of the distribution network)? (elements)?
3. How would dynamic change of load in the LV consumer node be modelled by means of anologue meters, based on metered monthly active energy demand?
4. How many samples of metering from digital meters in LV consumer nodes in the area of one SS MV/LV are required, in order to make a good state estimation for LV consumer nodes with analogue meters?

**R-F.03 SMART METERING IN PRACTICE IN SERBIA AND THE REPUBLIC OF SRPSKA AND POSITIVE PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT**

Authors: Goran MAKEVIĆ, Igor VUJIČIĆ, Saša GAVRILOVIĆ, Vladan LAPČEVIĆ, Jovan VUJASINOVIĆ, Meter&Control, Serbia

The paper deals with experience regarding the AMM project in Serbia and the Republic of Srpska. It describes the advantages for electricity distribution companies, the licencing of dealers, as well as for final customers.
Moreover, it presents experience in remote meter reading in Serbia and the Republic of Srpska, and utilisation of AMM systems in detecting unauthorized consumption.
The conclusions are that the implemented AMM systems evidently bring many advantages to electricity distribution companies.
Questions for authors:

1. Can the authors envisage the proposed general implementation of this system in electric power industries of Serbia and the Republic of Srpska and if so, could they briefly describe the kind of system they would propose.

**R-F.04 EXPERIENCE OF SOMBOR SUBSIDIARY REGARDING POWER PLANTS GENERATING ELECTRICITY FROM RENEWABLE SOURCES**

Authors: Zoran SIMENDIĆ , DSO *EPS DISTRIBUTION*, d.o.o. Belgrade, Electricity Distribution Subsidiary Sombor, Todor KILIBARDA, *PE Electric Power Industry of Serbia,* Technical Centre Novi Sad, Technical Services Division, Sombor, Jaroslav ČINČURAK, DSO *EPS DISTRIBUTION*, d.o.o. Belgrade, Electricity Distribution Subsidiary Sombor, Serbia, Dobrosav BAĆOVIĆ, *"Mirotin Energo"* d.o.o., Vrbas, Serbia, Marjan IVANOV, Middle Technical School *Mihajlo Pupin*, Kula, Serbia,

The authors deal with the system operator's issues concerning small power plant operation in a traditionally passive network. They deal with issues occurring during operation and effecting protection devices, the level of short circuit currents, system stability, voltage regulation, losses in the network and power quality.
Then follows an overview of basic regulations on connection and operation of power plants and further on a brief description of all connected power plants and those under construction.
Experience and issues are presented with regard to problems occurring in power plant operation from the standpoint of the DSOs and power producers.
Questions for authors:

1. Is it possible to propose in this phase measures that should be incorporated into TP16, and should those measures differ, depending on the type of DG in the network?
2. Taking into consideration the characteristics of the WAMS system, is it justified to propose already now entry of this system into the distribution network at the level of EPS, taking into consideration that there will be more and more new DGs in the distribution network?

**R-F.05 IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY OF RECORDING BY MEANS OF PILOTLESS PLANES AND BAS IN THE VISIBLE AND THERMAL PART OF THE SPECTRE IN MAPPING AND ANALYSING DATA ON DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Vladimir STOJIČIĆ, Jelena STEVIĆ, Sreten DOBRIVOJEVIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o. Beograd, Ljubiša ADŽEMOVIĆ, Livona d.o.o., Srbija

The paper gives an overview of different ways of using pilotless aircrafts for recording the electricity distribution network at all voltage levels, for gathering required technical data thereof. Through technical innovations in the past decade in the area of pilotless aircraft development, the desired level has been achieved in terms of technical performances required for such aircrafts, in order to use them more intensively for recording of the electricity distribution network. Owing to the performances, as well as the affordable price of device and complete systems, a desirable level has been obtained so that a certain number of electricity distribution companies worldwide use these solutions in their daily work, where utilization is based on their own resources and less on utilisation of services provided by specialised companies from this field of application. The paper gives a systematic overview of activities, with examples from practice, which may be carried out by applying pilotless aircrafts and systems, for the purpose of more efficient recording of the electricity distribution network and its direct environment, but also for the purpose of preventive and corrective maintenance which has lately been drawing greater attention. The paper also deals with the issue of legal and administrative barriers which have to be overcome in order to implement such modern solutions and which are primarily in reference with passing exams for obtaining licences required for persons controlling them, as well as for obtaining approvals for flying over certain areas of interest for recording the electricity distribution networks. Numerous examples of application of this modern technology in practice, where the holders of activities are persons from electricity distribution companies who have tried to overcome numerous issues by applying this new

technology, certainly deserve the attention of expert public, primarily because this refers to pioneering work, which will find its place in the near future in the technology applied in the electricity distribution network.

Questions for discussion:

1. Do the authors have a stand on whether the services of recording the electricity distribution network by means of pilotless aircrafts will be entrusted primarily to *third parties* or will the servicing of these activities be entrusted to an organisational entity within the electricity distribution company? What organisational entity would that be?
2. Can the authors describe in more detail the procedure of obtaining required licences, as well as the procedure of sitting for an exam for pilotless aircraft control, with special reference to the candidate's previous qualifications required for sitting for an exam?
3. Can the procedure of obtaining required licences be expedited, given that due to the large number of desired activities to be carried out in a relatively short time, the currently uncertain deadline for obtaining them puts off a great deal of activities?
4. Are there any plans, initiatives or concrete exchanges of recorded data with other institutions, as it was so far a coordinated activity? What are the security risks of such data exchange?

**R-F.06 CHALLENGES IN MODELLING AND CALCULATING DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO INTEGRATION OF RENEWABLE DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES**

Authors: Luka V. STREZOSKI, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia, Nikola R. VOJNOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia, Vladimir C. STREZOSKI, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia, Predrag M. VIDOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Serbia

The authors discussed in the paper the need for advanced modelling and calculation of fundamental energy functions – power flows and short circuits, caused by integration of a large number of DER connected to the network by electric and electronic devices, resulting from a growing number of DER in the distribution system.

Following that, they presented and briefly described the development of traditional calculations of power flows and short circuits. The following chapter describes possible controlling strategies integrated into the modern DER as well as deficiencies of traditional calculations concerning modern networks with DER based on electric and electronic devices.

Finally, Chapter 4 gives possible solutions concerning new trends in modelling and calculating distribution networks resulting from the DER phenomenon based on electric and electronic devices and guidelines for further research on this subject.

Questions for authors:

1. Have the authors also considered the situation where we have DER with electric and electronic devices superimposed to the conventional (strong) distribution network?
2. What are the requirements regarding computer memory, when calculations are made?
3. To what extent should distribution networks be *covered* in the calculations in order to obtain an acceptable result?

**R-F.07 VOLTAGE REGULATION MODELS IN A DISTRIBUTION NETWORK CONTAINING DISTRIBUTED GENERATION**

Authors: Zoran SIMENDIĆ, Goran ŠVENDA, Vidoje MIJATOVIĆ, Predrag BAJČETIĆ

The paper deals with the subject of voltage regulation in a distribution network supplying electricity by a wind generator. The only device by which voltage regulation can be realised in real time is the regulating transformer with on-line regulation and incorporated automatic voltage regulation – conventional voltage regulation. In active distribution networks, measuring of the current module on the secondary of regulating transformer is not equal to the distribution network loading. In accordance with such conventional voltage regulation application, decisions are made based on wrong information (false image of distribution network loading). For the purpose of resolving the above issue, the paper presents three application models of modified conventional voltage regulation in a distribution network with a wind generator.

Questions for discussion:

1. How does an inter-stage transformer behave when there is a consumer at the generator derivative and the generator is out of order?
2. Is there any completed and tested software for modification of current and voltage regulation at the remote terminal unit of PLC?

**R-F.08 PLANNING THE DISTRIBUTION NETWORK OF THE FUTURE**

Author: Dragoslav JOVANOVIĆ

In this overview paper, the author concisely presents the main challenges that Smart grid planners have to face. The issues of uncertainty in terms of production, demand, and electricity market are clearly emphasized as the main factors that distinguish the planning issue from the traditional approach. It also gives a brief overview of optimized techniques and tools used for this purpose. Although this paper deals with this issue only in general, it may serve as guidance to planners in different conditions and for different preliminary levels of network construction. As stated in the conclusion, there are no universal solutions, but the problem should rather be analysed by means of earmarked tools.

Questions for discussion:

1. Factor LCOE is mentioned as one of the indicators of power plant profitability. What are the general values of these factors for small power plants in Serbia?
2. It is mentioned that systems for automatic meter reading (AMR) can help planners. What are, to the author's mind, the main trends of possible applications of these systems in planning?

**R-F.01**
**rad po pozivu**

**NA PUTU OD SKORAŠNJIH PROBA I DEMONSTRATORA 'PAMETNIH MREZA' DO POTPUNO PREGLEDNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA BUDUCNOSTI LAKIH ZA KONTROLISANJE**
**FROM RECENT *SMART GRID* TRIALS AND DEMONSTRATORS TO FULLY OBSERVABLE AND CONTROLLABLE DISTRIBUTION NETWORKS OF THE FUTURE**

Jovica MILANOVIĆ

The future power systems will be characterised above all by blurred boundaries between and higher flexibility of both transmission and distribution system, by mix of wide range of electricity generating technologies, responsive and highly flexible, typically power electronics interfaced, demand and storage with significant temporal and spatial uncertainty, proliferation of power electronics and significantly higher reliance on monitoring and the use of measurement data either from intelligent metering devices ("Smart Meters") installed at customer premises or from global (Wide Area Monitoring) signals for system identification, characterization and control and Information and Communication Technology (ICT) embedded within the power system network and its components. At the distribution network level, in particular, there are new types and different operational patterns of load with typically greater flexibility connected at customer premises including heat pumps, PE interfaced loads, efficient lighting as well as growing use of Electric Vehicles (EV) characterised by spatial and temporal uncertainty. The flexibility of these loads as well as that of smaller size dispersed energy storgage technologies, will be more and more called upon to enhance overall flexibility of operation not only of the distribution network but also of the hosting transmission network. The requirement for cost effective and efficient energy supply drives increased consideration of different energy carriers while integration of wide range of diverse integrated "intelligent" PE devices and integrated ICTput an emphasis on information security (Cyber security).All these trends have been recognized by utilities, national and international industry, regulatory bodies and goverments and a number of industrial trials and demonstrators have been initiated over past several years around the world to demonstrate the impact and opportunites arising from application and deployment of some of them.This talk first gives a brief overview of some of the major industrial trials and dmenostrators of general concept and components of "Smart Grid" in the UK and Europe and then discusses the latest trends and advances in distribution network observability (monitoring, state estimation, demand profiling) and controllability (advanced demand side management).

**Keywords:** Observability, controllability, storage, demand, monitoring.

**R-F.02**

**IMPLEMENTACIJA SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR NAD TRANSFORMATORSKIM STANICA SN/NN**

D. VUKOTIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o Beograd, Srbija
M. STOJANOVIĆ, V. MILENKOVIĆ, "Netico-Solutions" d.o.o Niš, Srbija
V. STOJIČIĆ, A. MILOJKOVIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o Beograd, Srbija

Implementacija sistem za daljinski nadzor nad transformatorskim stanica SN/NN baziran na GPRS prenosu podataka na reprezentativnom uzorku od 350 transformatorskih stanica omogućila je efikasan pristup u cilju prikupljanja i obrade velikog broja

električnih mernih veličina koje se mere na NN strani transformatorskih stanica. Optimalan izbor transformatorskih stanica SN/NN u kojima su ciljno ugrađeni merno-kontrolni ormani (MKO) sa muti-funkcionalnim mernim uređajima (MFMU), omogućio je na celovit način praćenje opterećenja i naponskih prilika u okviru svih transformatorskih stanica na nivou jednog SN izvoda, koji se napaja iz primarne transformatorske stanice VN/SN. Ovakav način praćenja omogući je na vrlo jednostavan način agregaciju merenja duž SN izvoda i upoređivanje da dobijenim merenjima putem SCADA sistema na SN izvodu, a u cilju alokacije gubitaka u III balansnoj grupi SNDM mreže. Pored alokacije gubitaka u III balansnoj grupi, akcenat je stavljen i na u alokaciji gubitaka u okviru IV balansnoj grupi, gde je vršena analiza u odnosu na očitana merenja energije kod krajnih kupaca i potpuno topološki determinisanu mrežu ciljnih konzumnih područja (trafo reona) u okviru GIS informacionog sistema. Realizovani sistem je integrisan sa SCADA sistem putem standardnog komunikacionog protokola DNP3, koji omogućava da se u realnom vremenu prenose informacije o merenjima po krajnjim potrošačkim čvorovima, kao i pojedini predefinisani alarmi, a u cilju efikasnog vođenja pogona SNDM mreže od strane dispečera u nadležnom dispečerskom centru, ali i izvršavanje energetskih mrežnim aplikacija.

**Ključne reči:** SCADA, inteligentna mreža, DNP3.

## THE IMPLEMENTATION OF THE REMOTE CONTROL SYSTEM FOR SUB-STATIONS M V/LV

An implementation system for remote monitoring of the MV/LV substation based on GPRS data transmission on a representative sample of 350 substations has provided an efficient approach in order to collect and process a large number of electrical measurement values measured on the LV side of the substations. The optimum choice of target MV/LV substations in which Measure Control Cabinets (MCCs) with mufti-functional measuring units (MFMUs) are built-in, has enabled in a comprehensive way the monitoring of load and voltage conditions within all substations at the level of one MV feeder, which is fed from the primary transformer station HV/MV. This way of monitoring is in a very simple way to aggregate the measurement along the MV feeder and comparing it with the obtained measurements via the SCADA system to the MV feeder, in order to allocate losses in the III balance group of the MV distribution network. In addition to the allocation of losses in the III Balance Group, the emphasis was placed on the allocation of losses within the IV Balance Group, where the analysis was performed in relation to the expressed energy measurements of the end-customers and completely topologically determined network of the target consumer areas (transformer area) within the GIS information system. The implemented system is integrated with the SCADA system through the standard communication protocol DNP3, which allows real-time information on end-consumer data measurements as well as certain predefined alarms to be transmitted in real time, and in order to effectively manage the MV distribution network operation by the dispatcher at the relevant dispatch center, but also the execution of network applications.

**Keywords**: SCADA, Smart Grids, DNP3.

**R-F.03**

## SMART METERING U PRAKSI U SRBIJI I REPUBLICI SRPSKOJ I POZITIVNE PERSPEKTIVE RAZVOJA

Goran MAKEVIĆ, Igor VUJIČIĆ, Saša GAVRILOVIĆ, Vladan LAPČEVIĆ, Jovan VUJASINOVIĆ
Meter&Control, Srbija

Rad prikazuje performanse implementiranih AMM sistema u punom kapacitetu na primerima iz elektrodistributivnih preduzeća u Srbiji i Republici Srpskoj, kao i poređenje sa implementiranim „AMM ready“ sistemima bez mogućnosti daljinskog očitavanja i kontrole pametnih brojila i perspektivu pune integracije „AMM ready“ u AMM sistem. Svaki od analiziranih primera sadrži brojila i komponente različitih domaćih i inostranih proizvođača. Uvođenjem DLMS/COSEM protokola kao standarda za model podataka i komunikaciju između entiteta AMM sistema, operatori distributivnog sistema (ODS) su postali nezavisni od specifičnih rešenja pojedinačnih proizvođača, čime su stvoreni preduslovi za masovnu primenu smart metering sistema u elektrodistributivnim preduzećima, kao i za veće prisustvo domaćih proizvođača. Velika zastupljenost modularnih, "AMM ready", brojila u Srbiji i Republici Srpskoj predstavlja odlično polazište za njihovu nadogradnju komunikacionim modemima i sklopkama i integraciju u AMM sistem. Vrlo dobre performanse potpuno funkcionalnih AMM sistema i merljivi benefiti za ODS i krajnje korisnike ohrabruju nastavak razvoja smart meteringa koji već postoji u Srbiji i Republici Srpskoj.

**Ključne reči:** Smart metering, AMM, DLMS, Srbija, Republika Srpska.

## SMART METERING IN PRACTICE IN SERBIA AND REPUBLIC OF SRPSKA AND THE POSITIVE PROSPECTS OF DEVELOPMENT

The paper presents the performances of implemented AMM systems in their full capacity on examples of power distribution companies in Serbia and Republic of Srpska, as well as their direct comparison with implemented "AMM-ready" systems, which currently have no capability of remote smart meter reading or management and the prospect of the latter's integration into AMM systems. Each of the analyzed power distribution companies feature meters and other system components from various domestic and foreign manufacturers. With the introduction of DLMS/COSEM protocol as the standard for data model and communication between AMM system entities, power distribution operators have become independent from individual, manufacturer-specific solutions, which establish conditions for massive rollout of smart metering systems in mentioned power distribution companies, as well as for a larger participation of domestic manufacturers. A considerably large share of modular, "AMM ready", meters in Serbia and Republic of Srpska is a solid starting point for their upgrade with communication and switching modules and related integration into AMM system. Very good performance of fully functional AMM systems and measurable benefits for both distribution operators and end consumers encourage the continuing development of the existing smart metering in Serbia and Republic of Srpska.

**Key words:** Smart metering, AMM, DLMS, Serbia, Republic of Srpska.

**R-F.04**

## ISKUSTVA OGRANKA SOMBOR SA ELEKTRANAMA KOJE PROIZVODE ELEKTRIČNU ENERGIJU IZ OBNOVLJIVIH IZVORA

Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Todor KILIBARDA, "JP Elektroprivreda Srbije" Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Srbija
Jaroslav ČINČURAK, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Dobrosav BAĆOVIĆ, "Mirotin Energo" d.o.o., Vrbas, Srbija
Marjan IVANOV, Srednja tehnička škola "Mihajlo Pupin", Kula, Srbija

Na području Ogranka Sombor je izgrađeno osam elektrana koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora. Druga solarna elektrana u Srbiji počela je proizvodnju električne energije 2011. godine u mestu Kula, prvi vetrogeneratori u Srbiji su počeli sa radom u Kuli 2016. godine, elektrana na gas u Vrbasu 2015. godine i vise elektrana na biogas iz biomase (Mirotin u Vrbasu 2012. i 2014. godine, Bač 2017. godine). Maksimalna snaga isporučena operatoru distributivnog sistema iz svih deset generatora električne energije je 13,6 MW.

Mali broj elektrana u distributivnoj mreži kao i njihova snaga još uvek ne prouzrokuje veće probleme u radu distributivnog sistema. I pored urađenih analiza i Studija optimalnih uslova priključenja objekata za proizvodnju električne energije bilo je ispada elektrana, odnosno problema u distributivnoj mreži. Elektrane najčešće zahtevaju poseban i kvalitetniji nadzor u dispečerskom centru. Rad prikazuje dosadašnje probleme sa distribuiranim generatorima na području Ogranka Sombor.

**Ključne reči**: elektrane, obnovljivi izvori, distribuirani generatori, regulacija napona.

## SOMBOR BRANCH EXPERIENCE IN ELECTRICITY GENERATION FROM RENEWABLE SOURCES

In Sombor Branch area eight renewable energy power plants have been built so far: Solar power plant in Kula (second ever built in Serbia), started generation in 2011, Wind farm in Kula in 2016 (first ever built in Serbia), Gas power plant in Vrbas 2015, and a few more Biomass power plants (Mirotin in Vrbas 2012 and 2014, Bač 2017). With a maximum electricity generation capacity totalling 13,6 MW.

Small numbers of power plants in the distribution network having, with its total capacity of 13,6 MW, very small impacts on the system, do not cause major problems in the operation of the whole distribution system yet. In spite of analyzes and studies of the optimal conditions for the connection of electricity generation facilities, we experienced some power plant lockouts, as well as distribution network problems. Power plants usually require special and better dispatch center control routine. With the increase in the number of power plants and their delivered power, it is expected that the number of problems will increase. The paper presents problems in the Sombor branch, we used to have with the generators in the distribution network.

**Keywords:** power plants, renewable sources, distributed generation, voltage control.

## KORIŠĆENJE TEHNOLOGIJE SNIMANJA BESPILOTNIM LETELICAMA I BAS U VIDLJIVOM I TERMALNOM DELU SPEKTRA KOD MAPIRANJA I ANALIZE PODATAKA O DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Vladimir STOJIČIĆ, Jelena STEVIĆ, Sreten DOBRIVOJEVIĆ, PD "EPS Distribucija", d.o.o. Beograd,
Ljubiša ADŽEMOVIĆ, Livona d.o.o., Srbija

U radu je prikazano nekoliko različitih načina primene bespilotnih letelica u prikupljanju podataka o distributivnoj mreži u ODS EPS Distribuciji na distributivnom području grada Beograda. Prikazane su koristi ove tehnologije kod analize divlje gradnje poređenjem aktuelnog snimka sa prethodnim snimcima i stanjem na terenu, za snimanje koridora nadzemne mreže u cilju brzog pregleda stanja, uočavanja eventualnih većih problema i izdvajanja potencijalnih lokacija od posebnog interesa i snimanje određenih područja u cilju idejnog planiranja mreže. Opisana je i inspekcija objekata, prilazak nepristupačnim pozicijama, snimanje u termalnom delu spektra. Analiziran je deo zakonske regulative koja se odnosi na korišćenje tehnologije bespilotnih letelica kod nas. U radu su opisani osnovni rezultati dobijeni korišćenjem ovih tehnologija: ortofoto snimak i digitalni model površi kao i naročito važnog aspekta geodetske tačnosti aerofoto snimaka što omogućuje merenje visine raznih objekata na terenu i analizu visinskih prepreka u pojasu nadzemne mreže i ugroženosti mreže od poplava. Takođe je kao rezultat prikazan i video snimak i fotografije u termalnom delu spektra kod inspekcije vodova i elemenata mreže. Prikazano je korišćenje ovih rezultata u GIS-u.

**Ključne reči:** GIS, GNSS, BAS, DSM, UAV, UAS, inspekcija, inspection.

## USING DRONES AND UAS IN RGB AND THERMAL PART OF THE SPECTRUM IN COLLECTING AND ANALYSING THE DISTRIBUTION NETWORK DATA

The paper presents several different applications of unmanned aircraft to collect data on the distribution network in the EPS distribution in the distribution area of the city of Belgrade. It also shows the benefits of this technology in the analysis of illegal construction by comparing the current aerial image with previous recordings, and the situation on the ground, also recording overhead network corridors to quickly review the situation, noticing any major problems and isolation of potential sites of special interest and capture certain areas because of the preliminary planning networks. It also describes the inspection of facilities, access to inaccessible positions, recording in the visible or thermal part of the spectrum. This shows the impact of legislation on the use of drone technology in this field. The paper describes main results recording BAS technology: digital aerial image and model surfaces as a particularly important aspect of geodetic accuracy aerial shots allowing for height measurement of various objects on the field and analysis of height of obstacles on the route of the overhead network and the threat of flooding. This also shows video and photographs in the thermal part of the spectrum in the inspection of the power lines and network elements. The paper show using of these results in GIS software.

**Keywords:** GIS, GNSS, UAS, DSM, inspection.

R-F.06

## IZAZOVI U MODELOVANJU I PRORAČUNIMA DISTRIBUTIVNIH MREŽA USLED INTEGRACIJE OBNOVLJIVIH DISTRIBUIRANIH ENERGETSKIH RESURSA

Luka V. STREZOSKI, Nikola R. VOJNOVIĆ, Vladimir C. STREZOSKI, Predrag M. VIDOVIĆ
Fakultet Tehničkih Nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

Cilj ovog rada je da se da sistematičan prikaz izazova u modelovanju i proračunima distributivnog menadžment sistema (DMS) za upravljanje distributivnim mrežama, usled integracije obnovljivih distribuiranih energetskih resursa (DER). U poslednjoj deceniji,

priključivanje obnovljivih DER na mrežu preko uređaja energetske elektronike postalo je izuzetno popularno. Ovi DER mogu da primene veliki broj različitih upravljačkih strategija za kontrolu snage, struje i napona, kako u normalnim režimima, tako i u režimima mreže s kvarovima. S obzirom da oni mogu da primene znatno kompleksnije upravljačke strategije u odnosu na tradicionalne generatore, oni se ne mogu predstaviti tradicionalnim PQ i PV tipovima čvorova u proračunima tokova snaga. Takođe, s obzirom da su struje kratkih spojeva ovih DER ograničene na struje vrlo bliske nominalnim, oni se ni u proračunima kratkih spojeva ne mogu predstaviti tradicionalnim modelima prikazanim preko idealnog naponskog izvora vezanog redno sa odgovarajućom impedansom. Međutim, većina današnjih DMS softvera i dalje koristi tradicionalne modele za predstavljanje svih DER, uključujući i one koji su povezani na mrežu preko uređaja energetske elektronike. U ovom radu je pokazano da ovakva praksa može da dovede do ozbiljnih grešaka u proračunima a samim tim i do grešaka u upravljanju distributivnim mrežama.

**Ključne reči:** Distributivne mreže, distribuirani energetski resursi, distributivni menadžment system.

**CHALLENGES TO MODELING AND CALCULATIONS OF DISTRIBUTION NETWORKS DUE TO INTEGRATION OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES**

The objective of this paper is to systematically review challenges imposed by integration of renewable distributed energy resources (DERs) to modeling in Distribution Management System (DMS) online calculations. In the last decade, electronically coupled DERs have become increasingly popular. These DERs can employ a wide range of control strategies for power, current, or voltage control, in both normal and faulted conditions. As they can employ different and more complex control strategies, these DERs cannot be modeled with the traditional PQ and PV bus types used for modeling synchronous and induction machines in online power flow calculations. Also, because their fault currents are limited to predefined maximal values, these DERs cannot be represented with traditional voltage source behind impedance models for online short-circuit calculations. However, most of the DMS software packages still use the traditional models for representing all DER types, including those that are electronically coupled. In this paper, it is shown that this practice could introduce high calculation errors that can cause the system model to be an inadequate representation of the system, in both normal and faulted conditions.

**Key words:** Distribution networks, distribution energy resources, distribution management system.

**R-F.07**

**MODELI REGULACIJE NAPONA U KLASIČNIM DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SA GENERATORIMA**

Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Goran ŠVENDA, Fakultet tehničkih nauka, Institut za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Novi Sad, Srbija
Vidoje MIJATOVIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija
Predrag BAJČETIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

U klasičnim distributivnim mrežama (DM), uobičajeno jedini uređaj za regulaciju napona (RN) u realnom vremenu, jeste regulacioni transformator (RTr) sa regulacijom pod opterećenjem i ugrađenim automatskim regulatorom napona (ARN) – klasična regulacija napona (KRN). Praktično, takva KRN se zasniva na unapred definisanom zakonu regulacije i aktuelnom odnosu izmerenih vrednosti modula napona i struje na sekundaru RTr. Jedan od osnovnih preduslova za njen korektan rad jeste da je smer tokova snaga od korena DM ka njenim potrošačima, odnosno da je DM pasivna. Usled sve veće distribuirane proizvodnje električne energije, putem distributivnih generatora (DG), tradicionalno pasivne DM postaju sve više aktivne DM. U aktivnim DM merenje modula struje na sekundaru RTr nije jednako opterećenju DM. U skladu sa tim primenom KRN donose se odluke na osnovu pogrešnih informacija (lažne slike o opterećenju DM), čime je onemogućena kvalitetna procena optimalne vrednosti napona na sekundaru RTr, odnosno onemogućen je njen kvalitetan rad. Potpuna zamena KRN, sa nekom novom RN, zahteva potpunu izmenu koncepta RN, velike investicije u DM i dugotrajnu praktičnu realizaciju. Zato se u ovom radu, u cilju rešavanja navedenog problema, RN u DM sa DG, razmatraju mogućnosti prilagođenja postojeće KRN. Tri modela modifikovane KRN u DM sa DG i mogućnosti njihove primene upoređeni su sa mogućnostima danas primenjene KRN. Njihova praktična verifikacija izvršena je na primeru RN realne DM ED Sombor sa tri vetro elektrane.

**Ključne reči**: Distributivna mreža, Distributivni generatori, Regulacija napona, Regulacioni transformator sa regulacijom pod opterećenjem, Automatski regulator napona, Klasična regulacija napona.

## VOLTAGE REGULATION MODELS IN A DISTIBUTION NETWORK CONTAINING DISTRIBUTED GENERATION

In ordinary Distribution Networks (DN), the only device used for voltage regulation in a real time, is Under Load Tap Changing Transformer (CTr) and having Automated Voltage Regulator (AVR) incorporated. This is so called Classic Voltage Regulation (CVR). It is based on a control algorithm wich takes actual ratio of the measured voltage and current values on a secondary of CTr, as a referent value. One of the basic preconditions for CVR to be reliable is that there is "one way flow of the energy" (from the Source side of the DN to the Users side of DN), b.o.w. that DN is passive. Due to rapid increase of Distributed Generation (DG), traditonally "passive" Distribution Networks (DN) are getting "active" Distribution Networks. For the "active" DN's measured current value on CTr's secondary does not correspond to the load of DN. It means, by applying CVR we get output based on wrong input (wrong DN load value) and, as a consequence, it is not possible to do reliable prediction considering both, loading of DN and optimum voltage value on secondary of CTr. Complete replacement of CVR by any other type of VR means its new concept, including investment into DM's and longterm implementation. That is why this article, aiming to solve above mentioned problem, is dealing with possibility to modify and adapt existing CVR solutions. Three of such modified CVR models in Distribution Networks (DN) with Distibuted Generation (DG) are compared with nowdays existing CVR's. Their evaluation in a real working conditions has been conducted in ED Sombor DN having three Wind Turbines as a Distributed Generation source.

**Keywords**: Distribution System, Distribution generator, Voltage Control, Under-Load Tap-Changing Transformer, Automatic Voltage Regulator, Classic Voltage Regulation.

**R-F.08**

## PLANIRANjE DISTRIBUTIVNE MREŽE SUTRAŠNjICE (OSNOVA ZA SMART PLANNING)

Dragoslav JOVANOVIĆ, Nacionalni komitet CIRED Srbija

Danas, u svetu, sve više se raspravlja o planiranju u novim (*Smart Grid*) uslovima, i s obzirom na različite uslove postoje i različita gledanja na taj problem. Neki to opisuju i konfuzijom, ali su samo u pitanju različiti uslovi u distributivnoj mreži i odatle potiču i različita gledanja na problem. Odatle proističu i različiti uslovi, autori, koncepti, načini i ciljevi i svaki primenljiv na druge uslove u distributivnoj mreži.

**Ključne reči**: planiranje, uslovi, pametne mreže.

## SMART GRID DISTRIBUTION NETWORK PLANNING (BASIC REWIEW)

Nowadays *Smart Grid* planning constraints are often in scope and there are offered different attitudes. Some describes this like confusion but other see this like different circumstances in network. Consequently, different authors, different circumstances and goals are producing different attitudes.

**Key words**: planning, circumstances, Smart Grid.

**Stručna komisija 1**

**KOMPONENTE MREŽA**

Predsednik komisije: Prof. dr Dragan TASIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

Za XI Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama u organizaciji CIRED-SRBIJA, Stručna komisija 1 "KOMPONENTE MREŽA" prihvatila je ukupno 28 radova, od kojih 24 pripadaju grupi referata, a preostala 4 tehničkim informacijama.

Preferencijalne teme za Stručnu komisiju 1 su:

1. Izbor i primena novih tehničkih rešenja i tehnologija za komponente elektrodistributivnih mreža
2. Monitoring, dijagnostika, pouzdanost i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža
3. Modelovanje komponenti elektrodistributivnih mreža
4. Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu sredinu.

Za prvu preferencijalnu temu prihvaćena su četiri rada i svi su svrstani u kategoriju referata. Druga preferencijalna tema je razmatrana u dvanaest radova, od kojih devet pripadaju kategoriji referata, a tri informacijama. Sedam radova, od kojih su šest okarakterisani kao referati i jedan kao informacija, odnose se na treću preferencijalnu temu. Za četvrtu preferencijalnu temu prihvaćeno je pet radova i svi su svrstani u kategoriju referata.

## IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA

### Preferencijalna tema 1

### Izbor i primena novih tehničkih rešenja i tehnologija za komponente elektrodistributivnih mreža

Stručni izvestilac: Prof. dr Dragan TASIĆ

**R-1.01** **ANALIZA PRIMENE RASTAVLJAČKE LETVE SA STRUJNIM MERNIM TRANSFORMATORIMA U POSTROJENJIMA 20(10)/0,4kV**

Autori: Dragan ĐORIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Ogranak „Elektrodistribucija Niš“, Niš, Srbislav SARIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički Centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica, Darko PAUŠIĆ, Biljana SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Ogranak „Elektrodistribucija Sremska Mitrovica“, Sremska Mitrovica, Ivana NARANČIĆ, ODS „EPS DISTRIBUCIJA“, Niš, Srbija

U radu se razmatra primena tropolne rastavljačke letve koja u svojoj konstrukciji ima integrisane obuhvatne strujne merne transformatore. Ovakvoj rastavljačkoj letvi dodaje se analajzer koji može da snima energetske veličine (napon, struju, snagu, faktor snage, energiju). Novo konstrukcijsko rešenje omogućava prostorno uklapanje obuhvatnih transformatora po svakoj fazi i to na izuzetno malom prostoru. Autori konstatuju da korišćenje ovakvog tehničkpg rešenja, koje omogućava merenje električne energije na izvodima 0,4kV, doprinosi boljoj mikrolokalizaciji neovlašćene potrošnje na konzumu posmatrane distributivne transformatorske stanice.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko vremena je potrebno za ugradnju/zamenu jednog primenjenog sklopa u DTS?
2. Da li je vremenski period kraći od mesec dana tokom merenja u ogranku Sremska Mitrovica bio dovoljan da se dođe do ispravnog podatka o vrednosti gubitaka na izvodu niskog napona?
1. Na koji način su dobijeni podaci o registrovanom utrošku električne energije kupaca na izvodu (daljinskim očitavanjem, jednovremenim manuelnim očitavanjem ili na neki drugi način)?
2. Imajući u vidu da se ekonomska isplativost ugradnje ovih uređaja naročito povećava uz paralelnu aktivnost na izmeštanju mernih mesta, kakav je stav autora po pitanju trajnog zadržavanja ovakvih uređaja u DTS radi budućeg praćenja gubitaka, kvaliteta električne energije i lakšeg obavljanja manipulacija.

**R-1.02** **UPOTREBA REKLOZERA ZA FORMIRANJE SPOLJAŠNJEG RAZVODNOG POSTROJENJA 20kV**

Autori: Srbislav SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Beograd Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica, Biljana SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, Srbija

U poslednje vreme reklozeri nalaze sve veću primenu. Ovi komutacioni aparati, sa karakteristikama koje imaju, mogu se znatno bolje iskoristiti nego što je to do sada bila praksa. U ovom radu je prikazano korišćenje reklozera za formiranje spoljašnjeg razvodnog

postrojenja 20kV kod adaptacije transformatroske stanice čiji je građevinski deo u lošem stanju i kod koje nije obnavljana elektroenergetska oprema pa je ona nepouzdana i njeno održavanje je sve teže. Adaptacija ovakve transformatorske stanice zahteva značajna materijalna sredstva. Zbog toga, nameće se pitanje može li se ovo uraditi na neki drugi način koji će znatno manje koštati. Upravo ovim problemom se bave autori ovog rada uz uvažavanje nekoliko bitnih činjenica: stanje građevinskog dela transformatorske stanice, prelazak konzumnog područja predmetne transformatorske stanice sa 10kV na 20kV naponski nivo, obezbeđivanje rezervnih pravaca napajanja, postojanje reklozera u neposrednoj blizini transformatorske stanice, eventualna buduća gradnja TS 110/20kV s obzirom na blizinu dalekovoda 110kV, brza lokalizacija mesta kvara, kao i nesmetano izvođenje planiranih radova. Predloženo rešenje može da bude dobra podloga za rešavanje nekih drugih, sličnih ili istih, problema na distributivnom području EPS Distribucije.

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto je samo dalekovod 35kV iz pravca Šida prešao na naponski nivo 20kV čime se još uvek zadržao rad nepouzdane TS 35/10kV „Kuzmin“?
2. Da li se istovremeno iz TS 110/20kV „Šid“ i TS 110/20kV „Sremska Mitrovica 3“ moglo preći na naponski nivo 20kV i time smanjio broj koraka u prebacivanju izvoda 10kV na 20kV?
3. Da li je izvršena automatizacija ugrađene rasklopne opreme?
4. Imajući u vidu da je TS 35/10kV „Kuzmin“ imala 3 izvoda 10kV, da li primena ovakvog tehničkog rešenja može imati ograničenje za TS 35/10kV sa većim brojem izvoda?

**R-1.03 REKONSTRUKCIJA DALEKOVODA 10(20)kV NA TEŠKO PRISTUPAČNOM TERENU NA PODRUČJU OGRANKA ARANĐELOVAC**

Autori: Dejan PETROVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac,
Vladimir TOMOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, Srbija

U radu je opisan izbor nestandardnog tehničkog rešenja i rekonstrukcija voda 10kV na teško ptistupačnom terenu. Prilikom izbora tehničkog rešenja na nepristupačnom delu trase, posebno je razmatrana tehnička izvodljivost, korišćenje tipskih elemenata nadzemne elektrodistributivne mreže, bezbednosti ljudi za vreme radova i lako održavanje u toku eksploatacije. Izabrano je rešenje sa portalnim betonskim stubovima na prelazu preko nepristupačnih jaruga i potoka. Portalni stubovi se sastoje od armirano betonskih stubova tipa 12/315, na međusobnom odstojanju 2 ili 3m, sa metalnim konzolama za raspored provodnika u "trougao", sa potpornim izolatorima tipa LSP i prstenastim uzemljivačem oko stuba. Temelji stubova su valjkasti, svrdlom bušeni, uz betoniranje nakon podizanja stubova i montaže metalnih konzola. Sastav portalnog betonskog stuba sačinjavaju tipski elementi nadzemne srednjenaponske mreže, uz izuzetak metalnih konzola koje su radioničke izrade. Primenom ovakvog rešenja, postižu se veći rasponi i mogućnost premošćavanja nepristupačnih terena.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je predloženo tehničko rešenje korišćenjem portalnih betonskih stubova primenjeno samo za noseće stubove, ili je to urađeno i za specijalne?
2. Zašto je izabran raspored provodnika u trougao, a ne horizontalni? Imajući u vidu povećanje pojedinih raspona dalekovoda i moguć uticaj horizontalnih sila usled pritiska vetra, da li se tokom eksploatacije dalekovoda javila pojava zakretanja bočnih konzola oko ose stuba?
3. Da li su autori razmatrali mogućnost primene čeličnih cilindričnih poligonalnih stubova za ugradnju na nepristupačnim terenima koji se lakše podižu i ne zahtevaju izradu dopunskog uzemljivača?

**R-1.04 SANACIJA NAPONSKIH PRILIKA I STVARANJE UVJETA ZA PRIKLJUČENJA NOVIH KUPACA NA NN MREŽU UGRADNJOM STABILIZATORA NAPONA**

Autori: Ivan JURIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split,
Marin ĆURKOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska

Na dugim izvodima niskonaponske nadzemne mreže usled pada napona dolazi do pogoršanja naponskih prilika i kvaliteta napona kod krajnjih kupaca. Loše naponske prilike dovode do nemogućnosti isporuke veće količine električne energije, kao i povećanje priključne snage koju traže kupci. Za sanaciju naponskih prilika i rešavanje problema priključenja novih kupaca u takvim niskonaponskim mrežama autori predlažu upotrebu stabilizatora napona. U radu je prikazan način izbora mesta ugradnje stabilizatora napona, kao i analiza izmerenih vrednosti napona pre i posle ugradnje stabilizatora napona. Na analiziranom primeru zaključeno je da je opravdana ugradnja stabilizatora napona kod dugih niskonaponskih izvoda. Vrednosti faznih napona su ujednačenije posle ugradnje stabilizatora napona, vrednosti kratkotrajnih i dugotrajnih treperenja napona (flikera) uzrokovanih promenom opterećenja na niskonaponskom izvodu znatno su manja i smanjena je osetljivost vrednosti napona na promene koje uzrokuju propade.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko vremena je potrebno za ugradnju jednog primenjenog stabilizatora napona u niskonaponskoj mreži?
2. Imajući u vidu da se radi o gotovom proizvodu, da li autori poseduju podatke o naznačenim snagama sa kojima se uređaji proizvode kako bi se zadovoljile potrebe kupaca iza mesta priključenja?
3. Da li vršeno merenje buke stabilizatora napona u okolnoj sredini kako je to saopšteno na početku rada ili je konstatacija da se nivo buke na najbližem objektu povećao za ne više od 1dB uzeta iz kataloških podataka stabilizatora?

4. Kakva su saznanja autora po pitanju zastupljenosti primenjenog rešenja za poboljšanje naponskih prilika u niskonaponskim mrežama?

**Preferencijalna tema 2:**

**Monitoring, dijagnostika, pouzdanost i strategija održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža**

Stručni izvestilac: dr Vladimir ŠILJKUT

**R-1.05 NEJASNOĆE U ODREDJIVANJU BROJA UZORAKA ZA PRIJEMNO ISPITIVANJE I OCENJIVANJE REZULTATA ISPITIVANJA OPREME IZOLATORSKOG LANCA I PRIBORA ZA PROVODNIK**

Autori: Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ, Mirko MARKOVIĆ, Vladimir ĐURĐEV
GPS Insulators d.o.o, Beograd, Srbija

U radu se ukazuje na nejasnoće u određivanju broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike primenom standarda SRPS EN 61284. Ovaj standard se za određivanje broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike poziva na standarde iz oblasti verovatnoće ISO 2859-1, ISO 2859-2 i ISO 3951. Korišćenje ISO 2859-1, ISO 2859-2 i ISO 3951 za određivanje broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike dovodi do nejasnoće jer nije moguće da se na jednoznačan način odredi broj uzoraka. Autori ukazuju da je standradom BS 3288-1 jednoznačno definisan postupak za određivanje broja uzoraka za prijemna ispitivanja i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike. Međutim, problem je u njegovoj primeni, jer BS 3288-1 nije međunarodni standard.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliki bi bio broj uzoraka prema BS 3288-1 i drugim obrađenim standardima, na primeru veličine lota od 1000 i sa tipičnim vrednostima drugih parametara?
2. Da li je BS 3288-1 primenljiv za ispitivanje serije lotova?
3. Da li postoje situacije kada bi primena BS 3288-1 za proizvođača ili kupca bila rizičnija od od primene nekog drugog obrađenog standarda?

**R-1.06 PRAKTIČNA ISKUSTVA PRILIKOM ISPITIVANJA ELEKTRIČNOG IZOLACIONOG SISTEMA PROLAZNIH IZOLATORA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA NA TERENU**

Autori: Momčilo MILIĆ, Denis ILIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Ljubiša NIKOLIĆ, Đorđe JOVANOVIĆ, Branko PEJOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Radmila PARTONJIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija

Prolazni (uvodni) izolatori su izuzetno važan deo svakog energetskog transformatora s obzirom da pogonska spremnost transformatora direktno zavisi od njihove ispravnosti. Iz tog razloga, prilikom ispitivanja energetskih transformatora, prolaznim izolatorima se poklanja dodatna pažnja. Naime, stanje električnog izolacionog sistema ovih izolatora je moguće kontrolisati merenjem faktora dielektričnih gubitaka (tgδ) i kapacitivnosti, kao i otpornosti izolacije izolatora u za to predviđenim vremenskim intervalima. Pojedine, uglavnom moderne, konstrukcije uvodnih izolatora poseduju priključak za navedena merenja, dok je kod starijih konstrukcija to retkost. U slučaju defekta i eventualnog proboja izolatora, transformator bi pored ispada iz pogona mogao da pretrpi i značajna oštećenja. Pri tome, treba uzeti u obzir da se u slučaju eksplozije izolatora, može oštetiti i oprema koja se fizički nalazi u blizini defektnog izolatora. Stoga, pouzdan uvid u stanje električnog izolacionog sistema prolaznih izolatora obezbeđuje pravovremeno planiranje zamene istih u cilju bezbednog rada transformatora. U radu su prikazana iskustva prilikom ispitivanja električnog izolacionog sistema izolatora kao deo mera preventivne kontrole energetskih transformatora.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko su česti slučajevi havarije transformatora u distributivnom sistemu Republike Srbije koji su posledica kvarova na prolaznom izolatoru?
2. Koliko su česte situacije gde su na osnovu rezultata ispitivanja date preporuke za zamenu ili učestalo praćenje prolaznih izolatora?

**I-1.07 PROVERA STANJA MERNIH TRANSFORMATORA 110kV I ODVODNIKA PRENAPONA**

Autori: Dušan OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Aleksandar ANTONIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

U radu su prikazani rezultati provere stanja većeg broja mernih transformatora 110kV i odvodnika prenapona na naponskom nivou 110kV obavljena u 2017. godini. Provera stanja mernih transformatora 110kV sa uljnopapirnom izolacijom je obuhvatala ultrazvučno ispitivanje parcijalnih pražnjenja. U slučajevima kada su ultrazvučnim ispitivanjem utvrđena parcijalna pražnjenja ili je postojala sumnja na parcijalna pražnjenja uzeti su uzorci za analizu gasova rastvorenih u ulju (GH analiza). Svi ispitivani merni transformatori 110kV su starijih tipova sa gvozdenim kazanom u donjem delu.

Ispitivanje odvodnika prenapona na 110kV strani je obuhvatilo metal oksidne odvodnike prenapona. Merene su tri struje: efektivna vrednost struje $I_{rms}$ (μA), vršna vrednost struje $I_p$ (μA) i struja trećeg harmonika $I_{3h}$ (μA). Osciloskopsko snimanje talasnog oblika struje odvođenja nije rađeno. Strujna klešta su postavljana na mesto gde izolovan ili goli provodnik od odvodnika prenapona ulazi u

merač broja prorada odvodnika prenapona. Uočeno je nekoliko stvari koje imaju uticaj na merenja: go ili izolovan provodnik, odvodnici prenapona na portalima iznad energetskog transformatora, mesto merenja na ulazu ili na izlazu merača broja prorada odvodnika prenapona.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko kvarova je bilo na distributivnom području Novog Sada na SMT i NMT 110kV nivoa, a koliko kvarova na odvodnicima napona 110kV koji su doveli do prekida u napajanju konzuma u periodu koji je razmatran u radu?
2. Koji međunarodni ili domaći stanadardi/procedure/propisi postoje i koji se primenjuju pri ispitivanju SMT, NMT i odvodnika prenapona 110kV naponskog nivoa?

### R-1.08 UNAPREĐENI TROUGAO I POREĐENJE SA DRUGIM METODAMA ANALIZE GASOVA RASTVORENIH U ULJU

Autor: Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

Za analizu gasova rastvorenih u ulju koriste se različite metode: Dernenburg, Rodžersovi odnosi, MSS (Meler, Šlizing i Zoldner), Duvalovi trouglovi, Duvalovi pentagoni, Univerzalni trougao, Ključni gas, Logaritamski nomograf, IEC odnosi, IEEE, Metod analize obrasca gasa, Japan ETRA dijagnostički dijagram,... U suštini se sve ove metode bave jednostrukim ili čistim kvarovima. Neke od metoda mogu da daju i tumačenje višestrukih ili mešovitih kvarova.

Vremenom je kod nekih metoda došlo do značajnih izmena. Među njima je i Duvalov trougao koji je imao značajne promene u granicama između svih područja sa pojavom područja višestrukih kvarova električnih pražnjenja i pregrevanja (DT) u postojećem Duvalovom trouglu 1. U radu je predložen Unapređeni trougao koji unapređuje postojeći Duvalov trougao 1. Jedna od razlika je da se na stranici Duvalovog trougla 1 sa metanom kod Unapređenog trougla nalaze i metan i etan. Metan i etan su gasovi bliskog temperaturnog opsega, a izostanak etana koji se stvara u značajnoj količini samo kod termičkih kvarova nižih temperatura može da dovede do pogrešnog tumačenja kod analize gasova rastvorenih u ulju. Druga razlika su značajno izmenjene granice područja kvarova sa pojavom novih područja D+T1, D+T2 i D+T3.

Analize razmatranih slučajeva kvarova tipa D+T pokazuju da se korišćenjem Unapređenog trougla dobijaju tačnija tumačenja kvarova.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su prednosti i nedostaci Unapređenog trougla u odnosu na ostale metode analizirane u radu?
2. Da li i u kojim slučajevima druge metode analizirane u radu mogu dati jednako pouzdana tumačenja rezultata kao Unapređeni trougao?

### R-1.09 FENOMEN GASIRANJA ULJA U DIJAGNOSTICI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Autori: Branka ĐURIĆ, Vesna RADIN, Jelena LUKIĆ, Elektrotehnički institut Nikola Tesla Beograd, Beograd, Srbija

Dijagnostika pogonskog stanja transformatora gasnohromatografskom analizom može biti otežana pojavom gasiranja ulja. Fenomen gasiranja ulja predstavlja afinitet ulja ka stvaranju vodonika i lakih ugljovodonika (najčešće metana i etana) u nižem temperaturnom opsegu. U nekim situacijama gasiranje ulja se teško može razlikovati od niskotemperaturnih termičkih kvarova ili parcijalnih pražnjenja u transformatoru, iako postoje unapređene metode za interpretaciju analize sadržaja gasova (Duvalovi trouglovi, pentagram i dr.). Ipak, nakon analize sadržaja gasova rastvorenih u ulju transformatora iz pogona, laboratorijskim testovima se može dokazati postojanje gasiranja ulja. U radu su opisani fenomeni gasiranja ulja, kao i alati za interpretaciju gasiranja ulja transformatora. Kod nekoliko distributivnih transformatora, kod kojih je redovnom kontrolom dijagnostikovano gasiranje ulja, urađeni su uporedni laboratorijski testovi ulja (CIGRE TB 296 i novi test preporučen od strane CIGRE WG D1.70). U radu je ukazano na nove pravce u testiranju ulja na gasiranje, kao i tendencija uvođenja testa gasiranja ulja u osnovni set prijemnog ispitivanja novih ulja kroz reviziju standarda IEC 60296.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako fenomen gasiranja utiče na izolaciona svojstva ulja?
2. Da li je moguće propisati određene uslove koje ulje mora da zadovolji kako bi se fenomen gasiranja sveo na najmanju moguću meru (ili eventualno u potpunosti eliminisao)?

### R-1.10 ANALIZA UZEMLJIVACKOG SISTEMA U GASOM IZOLOVANIM POSTROJENJIMA PRI POJAVI EKSTREMNO VISOKIH FREKVENCIJA PRENAPONSKIH TALASA NASTALIH MANIPULACIJAMA PREKIDACA I RASTAVLJACA

Autori: Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNjANOVIĆ, JP EPS Ogranak RB Kolubara, Srbija

Uzemljivački sistem dobro dimenzionisan za stacionarna stanja i nisku frekvenciju može da predstavlja nepoznanicu za prelazne procese, koji se javljaju pri manipulacijama rasklopnom opremom, zbog izuzetno visokih frekvencija. U radu su prikazane i analizirane pojave koje su registrovane tokom merenja na uzemljivačkim sistemima različitih konfiguracija i na sekundarnim priključcima strujnih transformatora i relejne zaštite. Data je analiza pojave enormnih vrednosti kapacitivnih struja usled visokih frekvencija prenapona koji nastaju prilikom manipulacija rasklopnom opremom. Analiziran je i uticaj dužine spojnih provodnika između metalnih masa međusobno i prema uzemljivaču, kao i uticaj metalnog plašta kabla.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je autorima poznato da li su ovakva merenja vršena kod nas ranije, i ako jesu, kakva su iskustva pri merenju ovih pojava?
1. Da li su autori možda upoznati sa inostranim iskustvima u vezi sa ovim pojavama?
2. Po mišljenju autora, da li ove pojave ometaju normalan rad postrojenja i kada je njihov uticaj najnepovoljniji?
3. Da li, po saznanjima autora, postoje kod nas ili u svetu razvijene neke metode ili sredstva za eliminaciju ovih pojava ili barem njihovo svođenje u neke normalne granice?

**I-1.11 ELIMINISANJE FERONEZONANSNIH OSCILACIJA U SREDNJENAPONSKOJ MREŽI PRI EKSTREMNO PROMENLJIVIM PARAMETRIMA MREŽE**

Autori: Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNjANOVIĆ, JP EPS Ogranak RB Kolubara, Srbija

U uslovima velikih promena konfiguracije napajanja, dužine kablovske i nadzemne mreže, broja transformatorskih jedinica i njihovog pojedinačnog i paralelnog rada nemoguće je predupredити nastajanje ferorezonanse u svim uslovima klasičnim rešenjem – priključenjem otpornika određene vrednosti otpornosti na krajeve otvorenog trougla tercijera jednopolno izolovanih naponskih transformatora. U radu se, na osnovu izvršenih eksperimenata, ukazuje da je kod pojave ferorezonanse neophodno eliminisati napajanje naponskih transformatora i da je to jedini način povratnka u normalno radno stanje.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakvo je mišljenje autora o mogućoj primeni mernih transformatora višeg naznačenog napona kako bi pri višem naponu transformatori ulazili u zasićenje?
2. Postoje rešenja sa nelinearnim otpornicima ili vremenski promenljivim otpornicima. Da li autori mogu da komentarišu takva tehnološki nova rešenja?

**R-1.12 EFEKTI PORASTA TEMPERATURE OPREME U PREFABRIKOVANIM TRANSFORMATORSKIM STANICAMA**

Autori: Ljubiša ČIČKARIĆ, Branko PEJOVIĆ, Jovan MRVIĆ
Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla” Beograd, Srbija

Realni radni vek električnih aparata i opreme u elektroenergetskim postrojenjima, kao i broj kvarova tokom njihovog rada značajno zavise od vrste i uslova pogona. Temperatura se može smatrati posebno značajnim pogonskim faktorom, koji utiče na degradaciju izolacionog sistema elektroenergetske opreme. Tokom dugih perioda u letnjim mesecima sa izuzetno visokim temperaturama u uslovima punog opterećenja, temperatura značajno povećava stopu starenja izolacionog sistema elektroenergetske opreme. Izuzetno visoke spoljne temperature u dužim vremenskim periodima mogu dovesti do pregrevanja tehnoloških zgrada, transformatorskih stanica, a u nekim slučajevima i zemljišta na većim dubinama, što može ponekad imati uticaj čak i na podzemnu kablovsku mrežu. Zbog toga su u radu razmatrani uticaji povećanja temperature na elektroenergetskoj opremi u prefabrikovanim transformatorskim stanicama uslovljeni povećanom temperaturom tokom pogona. Naglašen je značaj ispitivanja ubrzanog starenja, kao i ispitivanja granica zagrevanja nove opreme i praćenja stanja zagrejanosti transformatora tokom pogona.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li za Srbiju postoje potrebni podaci za simulaciju sunčevog zračenja pri tipskim ispitivananjima razmatranih TS?
2. Koja je dodatna oprema potrebna i kakav bi okvirno bio postupak ispitivanja sa simulacijom sunčevog zračenja?

**R-1.13 A NEW APPROACH FOR ONLINE MONITORING OF POWER CABLE CONDITION IN DISTRIBUTION NETWORKS USING BROADBAND POWERLINE COMMUNICATION AND SIMPLE SENSOR SOLUTIONS**

Autori: Hamed REZAEI, Nexans Power Accessories, Nikolai HOPFER, Markus ZDRALLEK, University of Wuppertal, Christoph RAQUET, Power Plus Communications AG, Ulrik DIETZLER, Markus KRAMPF, Energieversorgung Leverkusen GmbH & Co. KG, Nemačka

Uz sve veći broj obnovljivih resursa u današnjim distributivnim mrežama potreba za praćenjem stanja elektroenergetskih mreža i kablova postaje sve važnija kako bi se obezbedilo pouzdano snabdevanje električnom energijom. Postojeće dijagnostičke tehnike za kablove su uglavnom troškovno intenzivne i ne koriste se u velikoj meri. Zbog toga je od velike važnosti potreba za finansijski isplativim i praktičnim alatom za praćenje/dijagnostiku. U radu je prikazan novi koncept rešenja za nadgledanje stanja mreže prenosom podataka preko energetskih kablova korišćenjem komunikacione tehnologije širokog propusnog opsega i jednostavne senzorske tehnologije. Pristup analizira karakteristike prenosa podataka na osnovu tri karakteristike signala: refleksije na slabim tačkama, prigušenja zbog starenja i temperature i uticaj buke parcijalnih pražnjenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji senzor se koristi za merenje struje i napona za MV kablove?
2. Gde su senzori za merenje struje i napona na trasi SN kablova?

**I-1.14 MONTERSKA VOZILA ZA ODRŽAVANJE DISTRIBUTIVNIH ELEMENATA**

Autori: Marko FILAKOV, Aleksandar STOLIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Zoran ILIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Srbija

Za održavanje distributivnih elemenata obično se nabavljaju vozila opšte namene (putnička, teretna) koja nisu potpuno prilagođena potrebama elektromonterskih ekipa Elektroprivrede Srbije. Zbog toga, nakon nabavke Tehnički centri i Ogranci Operatora distributivnog sistama (ODS) prilagođavaju svoja vozila elektrodistributivnim potrebama i to ugradnjom: nosača za monterske lestve, radio stanice sa priključnom antenom, sigurnosne mreže za odvajanje prostora kabine od tovarnog dela, vitla-čekrka za samoizvlačenje (na terenska vozila) i nabavkom odgovarajućih pneumatika (gume za teren). Veliki problem predstavlja preuređenje tovarnog prostora za smeštaj alata, zaštitne opreme i elektro materijala za otklanjanje kvarova na mreži. Oprema se često u vozilu odlaže jedna na drugu, čime se ponekad prouzrokuju oštećenja materijala i alata, a značajno je potrebno više vremena za pronalaženje opreme i materijala prilikom kvarova. U radu su prikazana dosadašnja rešenja preuređenja tovarnog prostora putem ugradnje kaseta. Pored toga, analizirano je smanjenja potrošnje goriva, pojedinačno i zbirno, kako na mesečnom tako i na godišnjem nivou. Ukazano je na potrebu da se odabere adekvatan tip monterskog vozila sa svom dodatnom opremom imajući u vidu teren i teritoriju (brdsko planinski, ravničarski teren, uže gradsko jezgro....), kao i potrebnu opremu i materijal koju treba nositi na adekvatan način.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori vršili poređenja upotrebe vozila sa razvijenim evropskim elektroprivredama?
2. Da li je razmatrana upotreba električnih vozila, koja bi po utrošku goriva bila sigurno najekonomičnija varijanta?

**R-1.15 PUŠTANJE POD NAPON 110kV JEDNOG SISTEMA DVOSISTEMSKOG 400kV DALEKOVODA POSTAVLJANJEM PRIVREMENE VEZE**

Autori: Branko ĐORĐEVIĆ, Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektromreža Srbije A.D., Dušan OBRADOVIĆ, Elektromreža Srbije A.D., Srbija

Usled nemogućnosti da se ceo dvostruki interkonektivni 400kV dalekovod pusti pod napon, a zbog smanjenja gubitaka u mreži i poboljšanja naponskih prilika u području jugoistočnog Banata, urađena je privremena veza dalekovoda 400kV br. 463A TS Pančevo 2 – granica/TS Rešica i 110kV br. 1002 TS Vršac 2 – TS Bela Crkva, na mestu njihovog ukštanja. U radu je opisan način izvođenja ove privremene veze, kao i primenjena oprema. Pored toga, ukazano je i na rešenje problema asinhronog otklona pojedinih faza i zaštitne užadi zbog vremenskih uslova u ovom regionu i velike visinske razlike između provodnika dva dalekovoda, kao i na problematiku koordinacija izolacije na ova dva dalekovoda.

Pitanja za diskusiju:

1. U kom iznosu su smanjeni gubici aktivne snage/energije?
2. Koji su kvantifikovani pokazatelji poboljšanja naponskih prilika u čvorovima mreže 110kV u jugoistočnom Banatu?

**R-1.16 ISPITIVANJA KVALITETA OSTVARENOG KONTAKTA KONEKTORA ZA NN SKS I PROBLEMI OSTVARIVANJA KVALITETNOG KONTAKTA**

Autori: Miroljub PETROVIĆ, EPS -TC Kraljevo TO Jagodina,
Darko JOVANOVIĆ, FEMAN d.o.o. Jagodina, Srbija

U radu je vršena analiza ostvarivanja kontakta glavnog i odvojnog voda kod vodozaptivnih konektora za NN SKS-a. Dati su opisi delova standarda **(**SRPS EN 50483-4:2010, TP JP EPS BROJ 8a 2.IZDANJE 10.2015 i NF C 33-020:1998) koje treba da ispuni pribor u pogledu ostvarivanja kontakta sa prikazom testova ispitivanja na ostvarivanje kontakta. Ukazano je na nedostatke u konstrukciji konektora i to pre svega na nedostatke kontakta konektora, kao njegovog najbitnijeg dela. Kod kontakata konektora razmatrane su različite konstrukcije i to u pogledu oblika, materijala i njegovih osobina.

Pitanja za diskusiju:

1. Mogu li autori detaljnije da objasne postupak i smisao testa mehaničkog opterećenja glavnog provodnika?
2. Na koje elemente ponude autori u zaključku misle da treba da se tretiraju ravopravno sa finasijskim elementima? Mogu li ti elmenti da se uključe u konkursnu dokumentaciju kao neophodan uslov pri ugovaranju?
3. Koliko bi trajala i koštala obuka montera za montažu pribora? Da li ova obuka može da se uključi u ugovor o isporuci?

**Preferencijalna tema 3:**

**Modelovanje komponenti elektrodistributivnih mreža**

Stručni izvestilac: mr Miodrag STOJANOVIĆ

**R-1.17 PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA VISOKONAPONSKIH KABLOVA USLED UTICAJA TOPLOVODA U BETONSKOM KANALU**

Autor: Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija

Analitički postupci za analizu strujne opteretljivosti kablova dovode, u mnogim slučajevima, do dobrih rezultata. Ipak, idealizacije uvedene u modelovanju različitih konstrukcionih detalja i materijala, neminovne u analitičkim pristupima, odražavaju se donekle na

dobijene rezultate. Detaljno modelovanje kablovskog rova obezbeđuje metoda konačnih elemenata. Model konačnih elemenata, za proračun strujnog opterećenja podzemnih kablova, uzima u obzir isušivanje zemljišta, odvođenje toplote pomoću strujanja sa površine zemlje i efekte zračenja i zagrevanja površine zemlje od Sunca. U ovom radu su prikazani rezultate proračuna dozvoljenih strujnih opterećenja kablovskih vodova 110kV sa čvrstim dielektrikom XHE 49-A 3x(1x1000 mm2) 110/64kV, položenih u zemlju paralelno sa toplovodom u betonskom kanalu, za normalni pogon sa trajnim strujnim opterećenjem. Proračuni su urađeni primenom IEC metode sa zamenom toplovoda ekvivalentnim cilindrom i primenom metode konačnih elemenata. U oba metoda proračuna uvažava se samo da toplovod u betonskom kanalu utiče na energetski kabl, dok se uticaj energetskog kabla na toplovod zanemaruje. Zbog toga, na graničnim površinama betonskog kanala temperatura je modelovana sa konstantnom vrednošću.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je za slučaj polaganja razmatran u radu tehničkim izveštajem IEC TR 62095 pedložena primena FEM?
2. Koliko je složeno primeniti FEM kod analize zagrevanja kablova izloženih cikličnom dijagramu opterećenja?

### R-1.18 POREĐENJE PRORAČUNATIH I IZMERENIH VREDNOSTI INDUKOVANIH STRUJA U ELEKTRIČNOJ ZAŠTITI 110kV KABLA

Autori: Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektromreža Srbije A.D.,
Mirko BOROVIĆ, Miloš SPAIĆ, Elektromreža Srbije A.D., Srbija

Vrednost indukovanih struja u električnoj zaštiti kabla može biti značajana, što za posledicu ima dodatno zagrevanje kabla i samim tim smanjenje trajno dozvoljenog strujnog opterećenja. Zbog toga, u radu je predstavljen matematički model za proračun indukovanih struja, a u proračunu su uzete u obzir i vrtložne i cirkulacione struje. Proračun je izvršen za konkretan kablovski vod 110kV u zavisnosti od karakteristika električne zaštite, uslova polaganja i načina izvođenja i povezivanja električne zaštite. Pored toga, izmerene su indukovane struje u električnoj zaštiti na postojećem vodu za koji je urađen proračun, a zatim izvršeno poređenje izmerenih i proračunatih rezultata, čime je verifikovan predstavljeni matematički model.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji nacin su odredjene struje prikazane u tabeli 6?
2. Da li je poznato na kojoj poziciji se nalazi kabl koje faze na delovima trase gde su kablovi polozeni u ravni?

### R-1.19 MODELOVANJE AUTOMATSKE REGULACIJE NAPONA POMOĆU REGULATORA NAPONA NA SREDNJENAPONSKIM IZVODIMA 10kV OGRANAKA ARANĐELOVAC - POGON TOPOLA

Autori: Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac,
Rastko KOSTIĆ, Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla” Beograd, Srbija

Na srednjenaponskim vodovima 10kV može doći do padova napona većih od dozvoljenih iz više razloga: velike dužine voda, malih preseka provodnika ili velikog opterećenja mreže. Ovi padovi napona u normalnom uklopnom stanju mogu se smanjiti na više načina: rekonstrukcijom voda, izgradnjom novih EEO, kompenzacijom reaktivne energije ili ugradnjom regulatora napona (autotransformatora). U radu je obrađena primena automatskog regulatora napona u cilju poboljšanja naponskih prilika, sa izradom modela na konkretnim vodovima i analizom energetskih veličina (napona, struje, gubitaka), sa i bez regulatora. Izvršeno je i upoređenje više načina smanjenja padova napona: ugradnjom regulatora napona, rekonstrukcijom dalekovoda i izgradnjom novih EEO.

Pitanja za diskusiju:

1. Autori navode da regulator treba ugraditi na mestu na kome počinju problemi sa naponom. Međutim, ovo pravilo ne obezbeđuje optimalne vrednosti napona i gubitaka. Da li su autori radili analizu sa drugim lokacijama regulatora?
2. Da li postoje problemi sa nadređenim naponskim regulatorima u TS 110/35/10kV?

### R-1.20 SKLOPNI PRENAPONI NA PREKIDAČIMA USLED ISKLJUČENJA STRUJE KVARA – SLUČAJ PRIKLJUČENJA INDUKCIONOG GENERATORA NA DISTRIBUTIVNU MREŽU

Autori: Dragan ĆETENOVIĆ, Vladica MIJAILOVIĆ, Aleksandar RANKOVIĆ
Fakultet tehničkih nauka Čačak, Srbija

Sklopne operacije prekidačima praćene su brzim prelaznim procesima koji mogu dovesti do pojave prenapona u mreži, što je važno imati u vidu prilikom dimenzionisanja izolacije. Sklopne operacije su aktivnosti u radu elektroenergetskog sistema, karakteristične i za normalna pogonska stanja i za stanja sa kvarom. Izolacija treba da bude odabrana tako da podnese prenapone koji se mogu javiti nakon svake sklopne operacije prekidačem, bilo da je operacija izvršena u normalnom pogonu ili u cilju otklanjanja kvara.

Zahtevi za povećanjem učešća obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije ukazuju na budući porast stepena integracije distribuiranih generatora u elektrodistributivnu mrežu. U ovom radu su analizirani sklopni prenaponi koji se mogu javiti na prekidaču prilikom isključenja kvara u distributivnoj mreži sa priključenom distribuiranom proizvodnjom. Analiza je urađena za slučaj priključenja na srednjenaponski i niskonaponski distributivni vod, pri čemu je u maloj elektrani instaliran indukcioni generator.Indukcioni generator je odabran da bude najveće dozvoljene snage za datu tačku priključenja. Analiza sklopnih prenapona je sprovedena za prekidač na početku distributivnog voda i spojni prekidač u maloj elektrani.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je moguće, za pojednostavljene ali za inženjersku praksu prihvatljive proračune, definisati vrednost snage indukcionog generatora do koje ne treba uvažavati njegov uticaj na sklopne prenapone u distributivnoj mreži?

### R-1.21 ANALIZA PRENAPONA PRI OPERACIJAMA VAKUUMSKIH SKLOPNIH APARATA I MOGUĆNOSTI ZA NJIHOVO OGRANIČENJE

Autori: Ranko JASIKA, Jovan MRVIĆ, Ninoslav SIMIĆ, Stefan OBRADOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla" a.d., Beograd, Goran LEPOVIĆ, Siemens d.o.o. Beograd, Srbija

U radu su analizirani prelazni režimi uzrokovani radom vakuumskih sklopnih aparata. Vakuumski prekidači imaju vrlo dobre prekidne karakteristike, što im omogućuje prekidanje i visokofrekventne komponente struje. Prekidanje visokofrekventnih struja može dovesti do pojave prenapona sa velikim strminama koje prvenstveno naprežu međunavojnu izolaciju transformatora i motora. Da bi se procenila verovatnoća takvih prelaznih procesa i odredio nivo mogućih prenapona, u programskom alatu EMTP/ATP formiran je model vakuumskog prekidača i odgovarajuće mreže na kojima su sprovedene simulacije. Formirani model prekidača je omogućio variranje njegovih ključnih parametara: nivo sečenja struje, brzinu uspostavljanja dielektrične čvrstoće, vreme gorenja luka i mogućnost prekidanja visokofrekventnih struja. Cilj sprovedene analize je donošenje opštih zaključaka o nivoima prenapona koji se mogu javiti pri radu vakuumskih prekidača i pregled mogućih mera za njihovo ograničenje.

Pitanja za diskusiju:

1. Opisani model vakumskog prekidača sastoji sastoji se od dva kriterijuma, jedan koji je vezan za paljenje luka i drugi koji je vezan za gašenje luka. Pri tome prekidač se tretira kao idealan, odnosno otpornost između kontakata je ili beskonačna ili nula. Postoje modeli u literaturi koji uvažavaju i otpornost električnog luka uvodeći diferencijalnu jednačinu dinamičkog luka.
2. Šta autori misle da li ima potrebe za uvođenje kompleksnijih modela u odnosu na opisani model?

### R-1.22 ZAGREVANJE TRANSFORMATORA – IDENTIFIKACIJA PROCESA PRIMENOM ARX MODELA

Autori: Nada VRCELJ, Žarko JANDA, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla" a.d. Beograd,
Dušan VUKOTIĆ, „ODS EPS Distribucija" Beograd d.o.o., Srbija

Energetski transformatori su jedna od najskupljih komponenti elektroenergetskog sistema. S obzirom na njihovu brojnost i ulogu u mreži, poznavanje njihovog pogonskog stanja je od suštinskog značaja za minimizaciju ukupnih troškova povezanih sa njihovim pogonom. Temperatura vrele tačke namotaja je jedan od najkritičnijih parametara za definisanje termičkih uslova pogona energetskog transformatora i mogućeg pogona u režimu dozvoljenog preopterećenja, a da se pri tome ona ne može meriti već se procenjuje. S obzirom na to da je većina transformatorskih stanica u distributivnoj mreži integrisana u odgovarajući sistem merenja i upravljanja, dostupna su petnaestominutna merenja električnih veličina, kao i temperature: ambijenta, namotaja transformatora i ulja u transformatorskom sudu. Korišćenjem ovih podataka i dostupnih softverskih alata za identifikaciju procesa mogu se definisati jednostavni termički modeli energetskih transformatora pogodni za praktičnu analizu eksploatacionih mogućnosti, bez detaljne analize procesa u samom transformatoru. Za analize vršene u ovom radu korišćen je ARX matematički model i softverski alat za identifikaciju procesa softverskog paketa MATLAB.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori imaju saznanja i/ili prethodnih iskustava u vezi poređenja predloženog modela identifikacije procesa zagrevanja transformatora i nekih drugih metoda, posebno poslednjih godina veoma popularnih metoda na bazi veštačke inteligencije, odnosno mašinskog učenja?
2. Kakvi su po vašem mišljenju očekivani rezultati primene ARX modela za neke druge "tipičnije" transformatore?

### I-1.23 MEHANIČKI PRORAČUN UŽADI NADZEMNIH VODOVA NA ANDROID PLATFORMI – REALIZACIJA I PRIMENA

Autor: Nikola PAVLOVIĆ, EPS Distribucija Kraljevo, Srbija

U ovom radu predstavljen je program za mehanički proračun užadi nadzemnih vodova, realizovan kroz *android* aplikaciju. Namena ovog programa – *android* aplikacije je da korisnicima omogući neposredno izvođenje mehaničkog proračuna dok su još na terenu, uporedo sa njihovim operativnim aktivnostima na snimanju trase dalekovoda. Na licu mesta se proverava idejno rešenje i kontroliše ispunjenost tehničkih propisa. Dovoljan je samo ''pametan'' telefon ili tablet. Aplikacija se sastoji iz nekoliko nezavisnih celina – modula, a svaka od njih izvršava konkretan proračun. Dobijeni rezultati mogu se sačuvati i po potrebi poslati (npr. nalogodavcu radnog zadatka) mejlom ili sms porukom.

Pitanja za diskusiju:

1. U kratkom sadržaju je napisano da se aplikacija može preuzeti sa interneta ali u trenutku recenzije to nije bilo moguće uraditi. Da li je i kada planirano da se aplikacija postavi na play.google.com/store?
2. Da li se mogu pojaviti poteškoće u primeni aplikacije?

**Preferencijalna tema 4:**

**Uticaj komponenti elektrodistributivnih mreža na životnu sredinu**

Stručni izvestilac: dr Vladimir ŠILJKUT

### R-1.24 ANALIZA RASPODELE ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA U OKOLINI MEŠOVITOG (VIŠESISTEMSKOG) VODA

Autori: Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Slobodan LOLIĆ, Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad, Andrija MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Nikola ĐURIĆ, Miroslav PRŠA, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Opšte je poznato, da se u okolini provodnika pod naponom javlja električno polje, a oni provodnici u kojima je uspostavljena struja stvaraju oko sebe magnetsko polje. Iz ovih činjenica proizilazi da u okolini provodnika koji služe za prenos i distribuciju električne energije postoji elektromagnetno polje. U tom polju neminovno borave ljudi i ostali živi svet. U današnje vreme sve izraženiji zahtevi za zaštitom životne sredine, u koju spada i praćenje nivoa električnog i magnetnog polja u okolini raznih izvora tih polja, nameću potrebu da se izvrši analiza raspodele elektromagnetskog polja u blizini elektroenergetskih sistema.

U radu je prikazan proračun raspodele električnog i magnetskog polja u okolini mešovitog nadzemnog voda, 20/0,4kV, koji je često u upotrebi u ruralnim predelima. Geometrija sistema je omogućila analizu u dvodimenzionalnom prostoru, u ravni poprečnog preseka provodnika. Proračuni su izvršeni korišćenjem numeričkog postupka implementiranog u programski paket COMSOL Multiphysics.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako su autori odredili dimenzije modela provodnika date u tabeli 1?
2. Da li su autori pokušali da odrede analitičke modele za vektore jačine električnog polja i magnetne indukcije i da uporede rezultate koji se dobijaju tim modelima sa rezultatima proračuna koji su dati u radu?
3. Da li konzole na koje su postavljeni izolatori imaju uticaj na raspodelu električnog i magnetnog polja u okolini stuba i ako imaju koliki je taj uticaj?

### R-1.25 $SF_6$ – TEHNIČKA SVOJSTVA I UTICAJ NA OKOLINU

Autori: Bogdan PETROVIĆ, J.P. EPS – ODS EPS Distribucija – Ogranak ED Subotica, Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

Sumpor heksafluorid ($SF_6$) je gas koji je našao primenu u elektrotehnici za izolaciju i gašenje luka prvenstveno zahvaljujući izuzetnim izolacionim svojstvima i toplotnoj provodljivosti. Česta je primena u srednjenaponskim postrojenjima gde se zbog potrebe smanjenja veličine postrojenja koristi samo za izolaciju dok se za gašenje luka koristi vakuum. U ovom radu prikazana su fizička, hemijska i električna svojstva $SF_6$ gasa, kao i način ispitivanja svojstava gasa prema odgovarajućim standardnima. Korišćenjem različitih uređaja moguća su ispitivanja na terenu pojedinačnih ili više svojstava novog ili korišćenog $SF_6$. Takođe, moguće je i laboratorijsko ispitivanje.

Razlaganjem gasa prilikom gašenja luka dolazi do reakcije sa prisutnim metalom, ugljenikom, kiseonikom i vodom i stvaranja kiseline i jedinjenja koja mogu biti otrovna. Zbog toga se prilikom rada u postrojenjima ili na uređajima koji sadrže $SF_6$ treba pridržavati mera zaštite na radu koje se odnose na $SF_6$ i jedinjenja nastala razlaganjem. Posebna pažnja se posvećuje rukovanju $SF_6$ gasom kako bi se što manja količina ispuštala u okolinu. Provera curenja se može vršiti posebnim uređajima koji otkrivaju prisustvo $SF_6$ gasa. Signalizacija curenja se može vršiti meračima pritiska (manometrima).

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se u Republici Srbiji poštuju odredbe preporuke Evropske unije 517/2014?
2. Da li distributivne transformatorske stanice u Republici Srbiji imaju ugrađene sisteme za utvrđivanje curenja SF6 gasa?
3. Koliko često se vrše ispitivanja svojstava SF6 gasa?

### R-1.26 NIVOI MAGNETSKE INDUKCIJE U ZONAMA POVEĆANE OSETLJIVOSTI U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA NAPONSKOG NIVOA 10/0,4kV I 20/0,4kV

Autori: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Momčilo PETROVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija

U radu su analizirani nivoi magnetne indukcije industrijske frekvencije koji se javljaju u zonama povećane osetljivosti u okolini transformatorskih stanica naponskog nivoa 10/0,4kV i 20/0,4kV. Analiza je zasnovana na rezultatima merenja magnetne indukcije u zonama povećane osetljivosti u okolini većeg broja transformatorskih stanica pomenutih naponskih nivoa. U cilju procene izloženosti stanovništva nejonizujućem zračenju, dobijeni rezultati upoređeni su sa referentnim graničnim nivoom propisanim za zone povećane osetljivosti, koji za magnetnu indukciju iznosi 40 μT. Cilj sprovedene analize je donošenje opštih zaključaka o nivoima magnetne indukcije koji se mogu javiti u okolini pomenutih transformatorskih stanica i procena usaglašenosti ovih nivoa sa nacionalnom regulativom iz oblasti zaštite stanovništva od nejonizujućeg zračenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Rezultati pokazuju da se za TS u objektima, slične pozicije u odnosu na stambeni ili poslovni deo zgrade (ispod i pored tih prostorija), najveće vrednosti magnetske indukcije nekada javljaju u prostoriji iznad, a nekad u prostoriji pored TS. Šta je uzrok

tome i da li ove činjenice utiču na postizanje postavljenog cilja rada – „donošenje opštih zaključaka o nivoima magnetske indukcije koji se mogu javiti u okolini pomenutih transformatorskih stanica“?
2. Zbog čega u slučaju 31/32 primenom mera nije postignuto značajnije smanjenje vrednosti magnetske indukcije (npr. na vrednost ispod 4 μT), s obzirom da proračunato Bmax pre primene mera iznosi svega 13,7 μT?

**R-1.27 ANALIZA NIVOA MAGNETSKE INDUKCIJE U STANU IZNAD DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE NAPONSKOG NIVOA 10/0,4kV PRE I POSLE PRIMENE MERA ZAŠTITE**

Autori: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija

U radu su prikazani rezultati merenja magnetne indukcije u stanu koji se nalazi iznad transformatorske stanice naponskog nivoa 10/0,4kV. Prilikom prvog ispitivanja u pomenutom stanu izmereni su značajni nivoi magnetne indukcije i konstatovano da bi njena vrednost prekoračila referentni nivo od 40 μT u slučaju opterećenja transformatora naznačenom snagom/strujom. Takođe, konstatovano je da dominanti izvor magnetnog polja predstavljaju šinske veze koje povezuju transformator i razvod niskog napona 0,4kV, koje se nalaze blizu plafona transformatorske stanice, odnosno neposredno ispod poda stana u kome su vršena merenja. Zbog toga su primenjene mere zaštite tako što su šinske veze zamenjene kablovskim vodovima koji se prostiru po dnu prostorije i postavljeni zaštitni ekrani unutar transformatorske stanice. Nakon toga ponovo su vršena merenja magnetne indukcije u stanu. Rezultati merenja magnetne indukcije u stanu pre i posle primena mere zaštite detaljno su prikazani i analizirani.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu nije navedeno od kog su materijala načinjeni ekrani korišćeni za smanjenje vrednosti magnetske indukcije u ZPO? Koji su materijali na raspolaganju i najefektivniji?
2. Kolike su, pre sprovođenja mera zaštite, bile izmerene vrednosti magnetske indukcije u tački (ili njoj najbližoj) koja se nakon sprovođenja ovih mera pokazala kao nova najkritičnija tačka (br. 3)? Kolike bi bile vrednosti Bmax u ovoj tački, pre i posle sprovođenja mera zaštite?
3. Nakon sprovođenja mera zaštite, tačka br. 3 ima najveću izmerenu vrednost magnetske indukcije na visini merenja 0,2 m od poda, dok najveću vrednost magnetske indukcije na visini merenja 1 m od poda ima tačka br. 1. Kakvo je moguće objašnjenje? Da li je rađeno svođenje svih merenih vrednosti na Bmax prema naznačenoj snazi energetskog transformatora?

**R-1.28 NIVOI NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 110/10kV SA POSTROJENJIMA IZOLOVANIM GASOM $SF_6$ U DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRADA**

Autori: Milica TAUŠANOVIĆ, Dobrivoje STANOJEVIĆ, ODS „EPS Distribucija” d.o.o., Beograd,
Dejan HRVIĆ, Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija

U radu su analizirani nivoi nejonizujućeg zračenja niske frekvencije u okolini transforamtorskih stanica 110/10kV sa postrojenjima izolovanim $SF_6$ gasom, koje su smeštene u centralnim gradskim zonama. U njihovoj neposrednoj okolini nalaze se stambeni i poslovni objekti, koji predstavljaju potencijalne zone povećane osetljivosti. Analiza je zasnovana na rezultatima merenja magnetne indukcije u okolini pomenutih transformatorskih stanica. Na osnovu izmerenih vrednosti magnetne indukcije i opterećenja dominantnih izvora zračenja u trenutku merenja procenjena je maksimalna izloženost osoba u slučaju kada su izvori maksimalno opterećeni. U cilju procene izloženosti stanovništva nejonizujućem zračenju, dobijene vrednosti su upoređene sa referentnim graničnim nivoima propisanim u Republici Srbiji.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su vršena merenja i u poslovnim prostorijama u samim poslovno-energetskim objektima u kojima se nalaze TS Kalemegdan, Slavija i Obilić, i – ukoliko jesu – kakvi su rezultati i zaključci?

**SESSION 1: POWER LINES ELEMENTS**

Chairman: Prof. Dragan TASIĆ, PhD, Faculty of Electronics, Niš, Serbia

For the 11th Conference on electricity distribution networks, organized by CIRED-SERBIA, EC 1 POWER LINES ELEMENTS accepted 28 papers altogether, out of which 24 belong to the group of papers and the remaining 4 to technical information.

The Preferential Subjects for EC 1 are:

1. Selection and implementation of new technical solutions and technologies for distribution network elements

2. Monitoring, diagnostics, reliability and strategy for maintenance of electricity distribution network elements.
3. Modelling and testing of electricity distribution elements.
4. Environmental impact of electricity distribution elements.

For the first preferential subject four papers were accepted and all of them were classified into the category of papers.The second preferential subject was discussed in twelve papers, out of which nine belong to the category of papers, and three to the category of information. Seven papers, out of which six were classified as papers and one as a piece of information, refer to the third preferential subject. For the fourth preferential subject were accepted five papers and all of them were classified into the category of papers.

## REPORTS BY REFEREES

### Preferential Subject 1:

### Selection and implementation of new technical solutions and technologies for distribution network elements

Referee: Prof. Dragan TASIĆ, PhD

**R-1.01** **ANALYSIS OF PRACTICAL SOLUTIONS OF APPLYING SEPARATING STRIPS EQUIPPED WITH MEASURING TRANSFORMERS IN SUBSTATIONS 20(10)/0.4kV**

Authors: Dragan ĐORIĆ, DSO EPS Distribution, Electricity Distribution Subsidiary Niš, Niš, Srbislav SARIĆ, PE EPS Belgrade, Technical Centre Novi Sad, Technical Services Division, Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica, Darko PAUŠIĆ, Biljana SARIĆ, DSO EPS Distribution, Electricity Distribution Subsidiary Sremska Mitrovica, Sremska Mitrovica, Ivana NARANČIĆ, DSO EPS DISTRIBUTION, Niš, Serbia

The paper deals with practical solutions of applying three-pole separating strips whose structure includes integrated coverage of measuring transformers. An analyser is added to such separating strips, which can record energy values (voltage, current, power, power factor, energy). The new structural solution enables spatial fitting of measuring transformers by each phase, whatsoever on extremely small space. The authors note that application of such technical solution, which enables measuring electricity at 0.4kV derivatives, contributes to microlocation of unauthorized consumption within the observed substation.

Questions for discussion:

1. How much time is required for incorporation/replacement of one applied set in the Distribution substation?
2. Would a period of less than one month during the measurings at Subsidiary Sremska Mitrovica be sufficient to obtain correct data on the value of losses at the low voltage derivative?
3. How have the data on registered electricity consumption by customers at the derivative (remote metering, periodical manual reading or in any other way) been obtained?
4. Taking into consideration that the cost-benefit ratio of installing such devices will particularly increase with parallel activity on relocation of measuring points, what is the authors' stand on permanent installation of such devices at distribution substations for future monitoring of losses, power quality and easier manipulation?

**R-1.02** **APPLICATION OF RECLOSERS FOR FORMING THE EXTERNAL 20kV SWITCH UNIT**

Authors: Srbislav SARIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia, Technical Centre Novi Sad, Technical Services Division, Sremska Mitrovica, Biljana SARIĆ, DSO *EPS Distribution* Belgrade, Subsidiary Sremska Mitrovica, Serbia

Recloser application has been considerably increasing lately. In terms of their characteristics, these switching apparatus can be utilized much better than was the case so far. This paper deals with recloser utilization for forming an external 20kV switch unit for substation adaption where the part of construction is in bad shape, due to the fact that the electric equipment has not been renewed lately, so that it is has become unreliable and difficult fo maintenance. Adaptation of such substation requires considerable material resources. Due to that, the question is can this be done in another considerably cheaper way? The authors actually deal with this issue, taking into consideration several essential facts: the state of the Ubuilding part of substation, transfer of consumer area of the referred substation from the 10kV to 20kV voltage level, ensuring reserve supply routes, existence of recloser in the vicinity of the substation, possible future construction of substation 110/20kV considering the vicinity of transmission line 110kV, rapid fault location, and undisturbed execution of scheduled works. The proposed solution can be a good basis for dealing with other, similar or same, issues in the distribution area of EPS Distribution.

Questions for discussion:

1. Why did only transmission line 35kV from the direction of Šid move to the 20kV voltage level and the unreliable 35/10kV *Kuzmin* is still in operation?
2. Was it possible to simultaneously move from substation 110/20kV Šid and substation 110/20kV *Sremska Mitrovica 3* to the 20kV voltage level and in that way reduce the number of steps in transferring the derivative 10kV to 20kV?
3. Is the incorporated switching equipment automated? Taking into consideration that substation 35/10kV *Kuzmin* had 3 derivatives at 10kV, can the implementation of such technical solution have a limitation concerning substation 35/10kV with a larger number of derivatives?

**R-1.03** **RECONSTRUCTION OF TRANSMISSION LINE 10 (20)kV ON HIGH ACCESS GROUND WITHIN THE AREA OF ARANĐELOVAC**

Authors: Dejan PETROVIĆ, PE EPS, Technical Division Aranđelovac,
Vladimir TOMOVIĆ, DSO EPS Distribution Belgrade, Serbia

The paper describes the selection of an unstandard technical solution and reconstruction of transmission line 10kV on high access ground. In selecting the technical solution on the part of route on high access ground, special consideration was given to technical feasibility, utilization of standard elements of overground electricity distribution network, occupational safety and easy maintenance during operation. The selected solution had portal concrete columns on crossings over inaccessible ravines and streams. The portal columns consist of reinforced concrete columns type 12/315, with 2 or 3m of spacing between them, with metal consoles for arranging the conductor into a *triangle* with supporting insulators type LSP and ring-shaped earthing around the columns. The column foundations are cylindrical, drilled by auger, with concrete work done after erecting the columns and fitting metal consoles. The portal concrete column structure consists of standard elements of overground medium voltage network, with an exception of metal consoles, which are of workshop manufacture. Application of such solution provides greater span and possibilities for bridging inaccessible ground.

Questions for discussion:

1. Did the proposed technical solution using portal concrete columns only applied to supporting columns, or did it also apply to special ones?
2. Why was the triangular conductor arrangement selected, and not the horizontal one? Taking into consideration the increase in some transmission line spans and the possible effect of horizontal forces due to wind pressure, was there a phenomenon of lateral consoles swivelling around the column axis?
3. Did the authors discuss the possibility of applying steel cylindrical polygonal columns for incorporation into inaccessible ground which are more easily erected and do not require the construction of additional earthing?

**R-1.04** **IMPROVEMENT OF VOLTAGE CONDITION AND CREATING TERMS FOR CONNECTION OF NEW CONSUMERS BY USING VOLTAGE STABILIZER**

Authors: Ivan JURIĆ, HEP-Distribution System Operator, d.o.o., Elektrodalmacija Split,
Marin ĆURKOVIĆ, HEP- Distribution System Operator d.o.o., Elektrodalmacija Split, Croatia

At long derivatives of the low voltage overground network, due to voltage sag, the voltage conditions and voltage quality of final customers are aggravated. Adverse voltage conditions prevent the supply of a larger amount of electric energy, as well as greater connection power requested by the customers. For the purpose of rehabilitation of voltage conditions and resolving the issue of connection of new customers in such low voltage networks, the authors propose the application of voltage stabilizers. The paper deals with the manner of selecting the point of incorporated voltage stabilizer, as well as the analysis of measured voltage levels before and after incorporation of voltage stabilizer. It is concluded on the analysed example that incorporation is justified in the case of long low voltage derivatives. The values of phase voltages are more similar after incorporation of voltage stabilizer, values of short and long voltage flickers caused by change of load are considerably smaller at the low voltage derivative with lower sensitivity of voltage value to changes caused by sags.

Questions for discussion:

1. How much time is required for incorporation of an applied voltage stabilizer in the low voltage network?
2. Considering that a read- made product is concerned, do the authors have information on the given capacity of the manufactured products in order to meet the needs of customers behind the place of connection?
3. Was measuring done in respect of voltage stabilizer noise in the surrounding environment, as stated at the beginning of the paper, or was the information saying that the noise level at the nearest facility increased by not more than 1dB, taken from catalogue of stabilizers?
4. What is the authors' knowledge concerning the practical implementation of applied solution for improving voltage conditions in low voltage networks?

**Preferential Subject 2:**

**Monitoring, diagnosis, reliability and strategy for power lines elements maintenance**

Referee: Vladimir ŠILJKUT, PhD

**R-1.05** **UNCERTAINTY IN DETERMINING THE NUMBER OF SAMPLES FOR THE SAMPLE TEST AND EVALUATING THE TEST RESULTS OF THE INSULATOR CHAIN AND ACCESSORIES FOR CONDUCTORS**

Authors: Dušan DOKIĆ, Alen Gudžević, Mirko MARKOVIĆ, Vladimir ĐURĐEV,
GPS Insulators LLC, Belgrade, Serbia

The paper indicates some ambiguities in determining the number of samples for sample test and evaluating the test results of the insulator chain and accessories for conductors by application of standard SRPS EN 61284. This standard Ovaj standard se For determining the number of samples for the sample test and evaluating the test results of the insulator chain and accessories for conductors, this standard refers to standards from the probability area ISO 2859-1, ISO 2859-2 i ISO 3951. Utilization of ISO 2859-1,

ISO 2859-2 and ISO 3951 for determining the number of samples for sample test and evaluating the test results of the insulator chain and accessories for conductors causes ambiguities, as it is not possible to determine the number of samples unambiguously. The authors indicate that the procedure of determining the number of samples for sample test and evaluation of the test results of the insulator chain and accessories for conductors has been defined unambiguously by the BS 3288-1 standard. However, the issue is in the stage of implementation, as BS 3288-1 is not an international standard.

Questions for discussion:

1. What is the number of samples according to BS 3288-1 and other processed standards, on the example of a lot size of 1000 with typical values of other parametres?
2. Is BS 3288-1 applicable for the testing of lot series?
3. Are there any situations when the application of BS 3288-1 would be more risky for the producer or customer than the application of another processed standard?

**R-1.06 PRACTICAL EXPERIENCES DURING THE TESTING OF ELECTRIC INSULATION SYSTEM OF POWER TRANSFORMERS BUSHINGS**

Authors: Momčilo MILIĆ, Denis ILIĆ, Ljubiša NIKOLIĆ, Đorđe JOVANOVIĆ, Branko PEJOVIĆ, Radmila PARTONJIĆ, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, University of Belgrade, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

Power transformers bushings are an extremely important part of every power transformer, considering that the operational readiness of transformers directly depends on their serviceability. For that reason, when testing power transformers, additional attention is focused on power transformers bushings. Namely, it is possible to control the state of the electric insulation system of these insulators by measuring dielectric losses (tgδ) and capacitance, as well as insulation resistance in envisaged time intervals. Certain, mostly modern power transformers bushings structures possess a connection for above the measurings, while that is rare with older structures. In the case of defects and possible insulator breakthrough, a transformer could, in addition to outages suffer significant damages. It should also be taken into account that, in case of insulator explosion, the equipment that is physically near the faulty insulator could also be damaged. Therefore, reliable inspection of the state of electric insulation system of power transformers bushings ensures timely planning of replacement thereof for the purpose of safe transformer operation. The paper presents experience in electric insulation system testing, as part of measures for preventive control of power transformers.

Questions for discussion:

1. How frequently are there cases of transformer damage in the distribution system of the Republic of Serbia, as a consequence of faults occurring at the power transformers bushings?
2. How frequently are there situations where recommendations are made for replacements or frequent monitoring of power transformer bushings, based on the testing results?

**I-1.07 INSTRUMENT TRANSFORMERS 110kV AND SURGE ARRESTERS CONDITION CHECK**

Authors: Dušan OBRADOVIĆ, PE EPS – Technical Centre Novi Sad – Maintenance Division of EPP VN and MM, Aleksandar ANTONIĆ, PE EPS – Technical Centre Novi Sad - Maintenance Division of EPP HV and MM, Serbia

The paper presents the results of condition check of a larger number of instrument transformers 110kV and surge arresters at high voltage 110kV carried out in 2017. Condition check of instrument transformers 110kV with oil-paper insulation covered ultrasound testing of partial discharges. In cases when partial discharges were established by ultrasound tests or where partial discharge was suspected, samples were taken for an analysis of dissolved gas (GH analysis). All tested instrument transformers 110kV are older types with iron boiler in the lower part.

Testing of surge arresters at 110kV included metal oxide surge arresters. Three currents were measured: effective current value $I_{rms}$ (μA), peak current value $I_p$ (μA) and third harmonic current $I_{3h}$ (μA). Oscilloscopic recording of wave-shaped current was not done. Current clamps were placed at the place of isolation or the bare insulator enters, from the surge arrester, the gauge which measures the number of surge arrester elaborations. Several things which have an impact on measurings were noted: naked or insulated conductor, surge arresters at portals above the power transformers, measuring point at the inlet or outlet of gauge measuring the number of surge arrester elaborations.

Questions for discussion:

1. How many faults were there in the distribution area of Novi Sad at the SMT and NMT 110kV level, and how many faults at surge arresters 110kV, which caused interruptions in consumer supply in the period considered in the paper?
2. What are the existing international or local standards/procedures/regulations and which of them are applied in testing SMT, NMT surge arresters at voltage level 110kV?

**R-1.08 IMPROVED TRIANGLE AND COMPARISON WITH OTHER DISSOLVED GAS ANALYSIS METHODS**

Author: Siniša SPREMIĆ, PE EPS – Technical Centre Novi Sad – Maintenance Division of EPP and MM, Serbia

For dissolved gas analysis different methods are used: Doernenburg Ratio method, Rogers Ratio method, MSS (Muller, Schliesing and Soldner), Duval Triangle method, Duval pentagon methos, Universal triangle, Key gas, Logarithmic nomograph, IEC ratio, IEEE,

Gas pattern analysis method, Japan ETRA diagostic diagram. All these methods essentially deal with single or clear faults. Some of the methods can explain multiple or miscellaneous faults.

In time, significant changes were made. Among them is also the Duval Triangle which had significant changes in terms of boundaries between all areas with the phenomenon of multiple breakdowns in electrical discharging and overheating (DT) in the existing Duval Triangle 1. The paper proposes the Improved triangle which improves the existing Duval Triangle 1. One of the differences is that on the side of the Duval Triangle 1 with methane, the Improved triangle also has methane and ethane. Methane and ethane are gases of close temperature range, and the omission of ethane which is formed in a significant amount only in the case of low-temperature thermal faults can lead to a wrong interpretation in the dissolved gas analysis. The other difference are significantly changed boundaries of faulty areas with the phenomenon of new areas D+T1, D+T2 i D+T3.

Analysis of considered cases of fault type D+T shows that by applying the Improved Triangle more accurate fault interpretations are obtained.

Questions for discussion:

1. What are the advantages and disadvantages of Improved Triangle compared to the other methods analysed in the paper?
2. Can, and if so in which cases, other methods analysed in the paper provide equally reliable result interpretations as the Improved Triangle?

**R-1.09 STRAY GASSING PHENOMENON IN POWER TRANSFORMER DIAGNOSTICS**

Authors: Branka ĐURIĆ, Vesna RADIN, Jelena LUKIĆ
The Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

Diagnosis of operational state of transformers by gas chromatographic analysis may be impeded by the stray gassing phenomenon. The stray gassing phenomenon is an affinity of oil to forming hydrogen and light hydrocarbons (mostly methane and ethane) in a lower temperature range. In some situations, it is difficult to distinguish stray gassing from low-temperature thermal faults or partial discharging in the transformer, although there are improved methods for interpretation of gas content analysis (Duval Triangles, pentagrams etc.). Nevertheless, after analysing the content of dissolved gas in transformer, the stray gassing phenomenon may be proved through laboratory tests. The paper decribes the stray gassing phenomena, as well as the tools for interpretation of stray gassing gasiranjain transformers. In the case of several distribution transformers, where stray gassing was diagnosed in regular check up, comparative laboratory oil tests were done (CIGRE TB 296 and new test recommended by CIGRE WG D1.70). The paper indicates new trends in testing stray gassing, and the tendency of including the stray gassing test in the basic set of sample tests of new oils through a review of the IEC 60296 standard.

Questions for discussion:

1. How does the stray gassing phenomenon effect the insulation properties of oil?
2. Is it possible to prescribe certain requirements with which oil must comply, in order to reduce the stray gassing phenomenon as much as possible (or, if possible, fully eliminate)?

**R-1.10 ANALYSIS OF GROUNDING SYSTEM IN GAS INSULATED SUBSTATIONS AT THE OCCURRENCE OF OVERVOLTAGES OF EXTREMELY HIGH FREQUENCIES CAUSED BY SWITCHGEAR AND DISCONNECTOR MANIPULATIONS**

Authors: Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNJANOVIĆ, PE EPS Subsidiary MB Kolubara, Serbia

A grounding system, well-dimensioned for stationary states and low frequency, can be an unknown for transient processes, occurring in switchgear manipulations, due to extremely high frequencies. The paper shows and analyses phenomena registered during measurings at grounding systems of different configuration and at secondary connections of power transformers and relay protection. An analysis is presented concerning the phenomenon of an enormous value of capacitance currents due to high overvoltage frequencies occurring during switchgear manipulations. The impact of length of connecting insulators between metal mass mutually and toward the grounding, as well as the impact of cable metal shield.

Questions for discussion:

1. Do the authors know whether such measurements have been done before in Serbia, and if so, what is the experience in measuring these phenomena?
2. Are the authors familiar with foreign experience related to such phenomena?
3. To the authors' mind, do such phenomena disturb normal operation of facilities and when is their impact most unfavourable?
4. Are there, to the authors' mind, any developed methods or means of eliminating such phenomena, or at least reducing them to some normal limits?

**I-1.11 ELIMINATION OF FERRO RESONANT OSCILLATION IN THE INTERMEDIATE VOLTAGE AREA AT EXTREMELY VARIABLE PARAMETERS OF THE EPS NET- MB KOLUBARA BRANCH**

Authors: Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNJANOVIĆ, PE EPS Subsidiary MB Kolubara, Serbia

In conditions of extremely variable supply configuration, cable and overground network length, number of transformer units and their individual and parallel operation, it is impossible to prevent the occurrence of ferroresonance in all conditions by means of conventional solution – by connecting a resistor of certain resistance value to the ends of open tertiary triangle of single-pole

insulation of voltage transformers. The paper indicates, based on made experiments, that in case of ferroresonace it is necessary to eliminate voltage transformer supply, as that is the only way of restoring normal state of operation.

Questions for discussion:

1. What is the authors' opinion on possible implementation of instrument transformers of higher rated voltage, in order that transformers would enter saturation at a higher voltage?
2. There is a solution with non-linear resistors or time variable resistors. Can the authors comment such technologically new solutions?

**R-1.12 THE EFFECT OF TEMPERATURE RISE IN PREFABRICATED SUBSTATION**

Authors: Ljubiša ČIČKARIĆ, Branko PEJOVIĆ, Jovan MRVIĆ, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering Belgrade, Serbia

Real operating life cycle of electrical devices and equipment in electric power facilities, as well as the number of faults during their operation significantly depend on the type thereof and operating conditions. Temperature can be considered as a particularly important operating factor, effecting degradation of the insulating system of electric power equipment. During long spans in the summer season with extremely high temperatures in peak load conditions, temperature considerably increases the aging rate of of electric power equipment insulating system. Extremely high external temperature in longer time intervals may cause overheating of technological buildings, substations, and in some cases soil in greater depths, at times even effecting the underground cable network. For that reason, the paper considers the effects of increased temperature on electric power equipment in prefabricated substations with increased temperature during operation. The focus is on the significance of testing faster aging, and testing the limits of heating the new equipment and monitoring the transformer temperature during operation.

Questions for discussion:

1. Are there available data in Serbia on simulation of sun radiation during typical tests of considered substations?
2. What additional equipment is required and what would be the framework testing procedure by simulation of sun radiation?

**R-1.13 A NEW APPROACH FOR ONLINE MONITORING OF POWER CABLE CONDITION IN DISTRIBUTION NETWORKS USING BROADBAND POWERLINE COMMUNICATION AND SIMPLE SENSOR SOLUTIONS**

Authors: Hamed REZAEI, Nexans Power Accessories, Nikolai HOPFER, Markus ZDRALLEK, University of Wuppertal, Christoph RAQUET, Power Plus Communications AG, Ulrik DIETZLER, Markus KRAMPF, Energieversorgung Leverkusen GmbH & Co. KG, Germany

With an increasing number of renewable resources in the present distribution network the need for monitoring the state of electric power networks and cables is becoming increasingly important in order to ensure reliable power supply. The existing diagostic technique for cables are generally cost intensive and are not largely used.That is why the need for cost effective and practical tools monitoring/diagnostic tools is of great importance. The paper shows a new concept of the solution for supervision of the network state by data transmission on the route of power cables by using broadband communication technology and simple sensor technology. Analysis is done concerning data transmission characteristics based on three signal characteristics: reflection in weak points, congestion due to aging and temperature and impact of noise due to partial discharging.

Questions for discussion:

1. Which sensor technology is used to measure the current and voltage for MV cables?
2. Where are the sensors for measuring the current and voltage on the route of MV cables?

**I-1.14 VEHICLES FOR MAINTENANCE OF DISTRIBUTION ELEMENTS**

Authors: Marko FILAKOV, Aleksandar STOLIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia, Technical Centre Novi Sad, Technical Services Division Sombor, Zoran SIMENDIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Electricity Distribution Sombor Branch Office, Zoran ILIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia, Technical Centre Novi Sad, Technical Services Division Sombor, Serbia

For maintenance of distribution elements vehicles for general purposes are generally provided (passenger, field) that are not fully adapted to the needs of the electrical assembling team from the Electric Power Industry of Serbia. For that reason, after procurement, Technical Centres and Branch Offices of the Distribution System Operator (DSO) adapt their vehicles to the electricity distribution needs by incorporating: support for erection ladders, radio station with with connecting antenna, safety nets for booth space separation from the loading part, winch-hoist for self-extraction (on field vehicle) and procurement of corresponding pneumatics (field tyres). There is a big problem in connection with alteration of loading space for storage of tools, protection equipment and electrical material for network fault elimination. The equipment is frequently laid away in the vehicle on top of each other, sometimes causing damage to material and tools, and requiring considerably more time to find the equipment and material at the time of when breakdowns. The paper shows previous solutions on alteration of loading space by incorporating casettes. Besides that, it presents an analysis of reduced fuel demand, individually and altogether, both on a monthly and annual level. It indicates the need to select an adequate type of maintenance vehicle with all additional equipment, considering the ground and territory (hilly and mountain regions, plain land regions, urban downtown area…).

Questions for discussion:

1. Did the authors compare the use of vehicles with the European electric power industries?
2. Was the use of electric vehicles considered, as it would surely be the most cost effectice variant, in terms of fuel consumption?

**R-1.15 COMMISSIONING OF THE VOLTAGE 110kV ONE OF THE TWO-CIRCUIT 400 KV OVERHEAD LINES BY SETTING A TEMPORARY CONNECTION**

Authors: Branko ĐORĐEVIĆ, Ivana MITIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, EMS A.D., Serbia,
Dušan OBRADOVIĆ, EMS A.D., Serbia

Due to the impossibility of commissioning of the voltage 110kV one of the two-circuit 400kV overhead lines, and due to the reduction of network losses and better voltage condition in the southeastern Banat region, a temporary connection was made for 400kV overhead line No. 463A Substation Pančevo 2 – border/ Substation Rešica and 110kV No. 1002 Substation Vršac 2 – Substation Bela Crkva, at the point of their crossing. The paper describes the manner of executing these temporary connections, as well as the applied equipment. In addition thereto, the solution of the issue of asynchronous removal of some phases and protection wires due to weather conditions in this region and the big difference in level between the conductors of two overhead lines, and the issue of insulation coordination at these two overhead lines.

Questions for discussion:

1. In what amount were active power/energy losses reduced?
2. What are the quantified indicators of improved voltage condition in the nodes of the 110kV network in southeastern Banat?

**R-1.16 EXAMINATION OF ESTABLISHED CONNECTORS CONTACT QUALITY FOR LV ABC AND A PROBLEM OF ESTABLISHING QUALITY CONTACT**

Authors: Miroljub PETROVIĆ, EPS -TC Kraljevo Subsidiary Jagodina,
Darko JOVANOVIĆ, FEMAN LLC Jagodina, Serbia

The paper gives an analysis of establishing the contact of the main line and separating line at caulking connectors for LV ABC. It describes parts of the standard **(**SRPS EN 50483-4:2010, TR PE EPS No. 8a 2.EDITION 10.2015 and NF C 33-020:1998) which must be fulfilled by the equipment regarding the establishing of contacts and presents the test on establishing contacts. Deficiencies are indicated as to the structure of connectors, primarily inn reference with the connector contact, as its essential part. Different structures of connectors are considered in terms of the shape, material and its properties.

Questions for discussion:

1. Can the authors explain in more detail the procedure and the main point of the testing the mechanical stresses on the main conductor?
2. What elements in the bid, referred to in the conclusion, should to the authors' mind be considered on the same terms as the financial elements? Can those elements be included in the bidding documentation as an essential requirement in contracting?
3. How long would it take and how much would it cost to train erectors for assembly of equipment? Can such training be included in the supply contract?

**Preferential Subject 3:**

**Design of power lines elements**

Referee: Miodrag STOJANOVIĆ, M.Sc.

**R-1.17 CALCULATION OF THE LOADING CAPACITY OF HIGH VOLTAGE CABLES DUE TO INFLUENCE OF HEAT PIPELINES IN CONCRETE DUCT**

Authors: Miladin TANASKOVIĆ, Part-time consultant, Belgrade, Serbia

Analytical procedures for calculation of the loading capacity of cables, in many case give good results. However, idealisation introduced in the modelling of different structural details and material, which is inevitable in analytical procedures, are to some extent reflected in the obtained results. Detailed modelling of cable trench is provided by the finite elements method. The finite elements model, for calculation of loading capacity, takes into account drying of the soil, heat transfer by vibrations from the Earth's surface and the effects of radiation and heating of the earth's surface by the Sun. This paper shows the results of calculations of permitted loading capacities of cables lines 110kV with solid dielectric XHE 49-A 3x(1x1000 mm2) 110/64kV, laid in the ground in parallel with the heat pipeline in the concrete canal, for normal operation with permanent loading capacity. Calculations were made by application of the IEC method, replacing the heat pipeline by an equivalent cylinder and application of the finite elements method. Both calculation methods only take into account that the heat pipeline in the concrete canal has an impact on the energy cable, while the impact of the energy cable on the heat pipeline is disregarded.

Questions for discussion:

1. Did the paper consider, in respect of cable laying, application of FEM proposed in the IEC TR 62095 technical report?
2. How complex is it to apply FEM in analyzing the heating of cables exposed to the cyclic loading diagram?

**R-1.18 COMPARATION OF THE CALCULATED AND MEASURED VALUE OF INDUCED CURRENT IN THE METAL SHEATH OF 110kV CABLE**

Authors: Ivana MITIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, EMS A.D., Serbia,
Mirko BOROVIĆ, Miloš SPAIĆ, EMS A.D., Serbia

The value of induced current in electrical cable protection can be significant, which has as a consequence additional heating of the cable and therefore a reduction of permanently permitted loading capacity. Due to that, the paper presents a mathematical model for calculation of induced current, and in the calculation are also taken into account the whirling and circulating currents. The calculation was done for a specific cable 110kV depending on the characteristics of metal sheath, conditions of cable laying and manner of executing and connecting the metal sheath. In addition to that, the value of induced current was measured in the metal sheath of existing cable for which an estimate was made, which was followed by comparing the measured and calculated results, thereby verifying the presented mathematical model.

Questions for discussion:

1. In what way were certain currents presented in Table 6?
2. Is there any information as to the position of cable by phases in the parts of the route where the cables are laid on a plane?

**R-1.19 MODELLING OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION ON 10 KV MEDIUM-VOLTAGE FEEDERS IN THE DISTRIBUTION AREA OF ARANDJELOVAC- TOPOLA SUBSIDIARY**

Authors: Goran ŽIVKOVIĆ, PE EPS Technical Division, Aranđelovac,
Rastko KOSTIĆ, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

At the medium-voltage cables 10kV voltage sags exceeding the permitted limits may occur for several reasons: great cable length, small conductor cross-sections or considerable network loading. In normal switching conditions, these voltage sags may be reduced in several ways: by cable reconstruction, by building new EPPs, by compensation of reactive power or installation of voltage regulators (autotransformers). The paper deals with implementation of automatic voltage regulation for the purpose of improving the voltage condition, by construction of models at specific cables and analysis of energy values (voltage, current, losses), with and without regulators. The paper gives a comparison between several methods of reducing voltage sags: installation of voltage regulators, reconstruction of overhead lines and construction of EPPs.

Questions for discussion:

1. The authors state that the regulator needs to be installed at the initial point of voltage issues. However, this rule does not provide optimal values of voltage and losses. Did the authors analyze other regulator locations?
2. Are there any issues concerning major regulators at 110/35/10kV Substation?

**R-1.20 TRANSIENT OVERVOLTAGES ON CIRCUIT BREAKERS AFTER FAULT CLEARANCE - CASE OF INDUCTION GENERATOR CONNECTION TO THE DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Dragan ĆETENOVIĆ, Vladica MIJAILOVIĆ, Aleksandar RANKOVIĆ,
Faculty of Technical Sciences Čačak, Serbia

Transient operations on circuit breakers are followed by fast transient processes which may lead to the overvoltage phenomenon in the network, and what is important to take into consideration when dimensioning insulation. Circuit breaker operations are activities in the functioning of the electric power system, also typical for normal states of operation and emergency situations. Insulation needs to be selected in order to endure overvoltages that may occur after each switching operation at circuit breakers, both in cases of normal state of operations and in the state of fault clearance.

Greater demand for renewable sources in the overall electricity production indicates greater future integration of distributed generators into the electricity distribution network. This paper analyzes transient overvoltages that may occur on circuit breakers during fault clearance in the distribution network with connected distributed production. An analysis was made in the case of connection to the medium-voltage and low-voltage distribution line, with an installed induction generator at a small power plant. The selected induction generator is of the highest permitted capacity for the given point of connection. An analysis of transient overvoltages was carried out on circuit breakers at the beginning of distribution line and connecting switch at a small power plant.

Question for discussion:

1. Is it possible, for the purpose of simplified, but for the engineering practice acceptable calculations, to define the values of the induction generator capacity up to which its impact on transient overvoltaged in the distribution network should not be taken into consideration?

**R-1.21 OVERVOLTAGE TRANSIENT ANALYSIS DUE TO VACUUM CIRCUIT BREAKER SWITCHING AND POSSIBILITIES FOR THEIR MITIGATION**

Authors: Ranko JASIKA, Jovan MRVIĆ, Ninoslav SIMIĆ, Stefan OBRADOVIĆ, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering Belgrade, Goran LEPOVIĆ, Siemens LLC d.o.o. Belgrade, Serbia

The paper analyzes transient regimes caused by vacuum circuit breaker switching. Vacuum circuit breakers have very good interrupting characteristics, which enables them the interruption of high-frequency current element. Interruption of high-frequency currents may cause the overvoltage phenomenon with large gradients, which primarily stress the winding insulation of the

transformers and engine. In order to estimate the probability of such transient processes, and establish the level of possible overvoltages, a model of vacuum circuit breaker and corresponding network has been formed in the programme tool EMTP/ATP, where simulations have been conducted. The formed circuit breaker model enabled a variation of its key parametres: level of current interruption, velocity of establishing dielectric consistency, time of arc burning and possibility of high-frequeny current interruption. The purpose of conducted analysis is to make general decisions on overvoltage levels which may occur during operation of vacuum circuit breakers and to give an overview of possible measures for their limitation.

Question for discussion:

1. The described model of vacuum circuit breakers consists of two criteria, one of which relates to arc ignition and the other one to arc extinction. The circuit breaker is considered there as ideal, namely the resistance between the contacts is either infinite or zero. There re models in literature which also take into account the electric arc resistance introducing the differencialequation of dynamic arc. Do the authors believe that there is a need for introducing a more complex model compared to the described model?

**R-1.22 HEATING OF TRANSFORMER - PROCESS IDENTIFICATION BY USING ARX MODEL**

Authors: Nada VRCELJ, Žarko JANDA, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering Belgrade Tesla", Belgrade, Dušan VUKOTIĆ, DSO EPS Distribution Belgrade, LLC Serbia

Power transformers are one of the most expensive elements of the electric power system. Considering their large number and role in the network, being familiar with their operating state is of fundamental importance for minimizing the total costs related to their operation. The temperature of the winding hot spot is one of the most critical parametres for defining the thermal conditions of power transformer operation and possible operation in the permitted overloading regime, where it cannot be measured but only estimated. Considering that most substations in the distribution network are integrated into a corresponding measuring and management system, fifteen minutes for measuring the electric values, and temperature are available: ambience, transformer winding and oil in the transformer vessel. By using these data and available software tools for identification of processes, simple themal models of power transformers convenient for practical analysis of operational possibilities can be defined, without any detailed analysis of the process in the actual transformer. For analyses made in this paper, the ARX mathematical model was used in addition to the software tools for identifying the process of MATLAB software package.

Questions for discussion:

1. Do the authors have any information/former experience related to comparison of the proposed model of identification of the transformer heating process and other methods, especially concerning the lately very popular methods based on artificial intelligence, and mechanical learning respectively?
2. What are to your mind the expected results of application of the ARX model for other *more typical* transformers?

**I-1.23 OVERHEAD POWERLINE CONDUCTORS MECHANICAL CALCULATION ON AN ANDROID PLATFORM – IMPLEMENTATION AND APPLICATION**

Author: Nikola PAVLOVIĆ, EPS Distribution Kraljevo, Serbia

This paper presents the programme for mechanical calculation of overhead powerline conductors, realised through the *android* application. The purpose of this programme – *android* application is to allow the users direct mechanical calculation of while they are still on the field, in parallel with their operating activities of overhead lines recording. The preliminary design is verified and compliance with the technical requirements is checked on the spot. A *smart phone* and tablet are sufficient for that purpose. The application consists of several independent entities – modules, and each of them performs a certain calculation. The obtained results can be stored and, if necessary, sent (e.g. to the appointer of assignment) by email or text message.

Questions for discussion:

1. It is noted in the summary that the application can be downloaded from the Internet, but that is not possible at the time of reviewing. Is it planned, and if so when, to display the application in play.google.com/store?
2. Can there be difficulties in applying the applications?

**Preferential Subject 4:**

**Influence of power lines elements on the environment**

Referee: Vladimir ŠILJKUT, PhD

**R-1.24 ANALYSIS OF ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN THE VICINITY OF MIXED (MULTISYSTEM) POWER LINE**

Authors: Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Slobodan LOLIĆ, Electricity Distribution Novi Sad, Novi Sad, Andrija MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Nikola ĐURIĆ, Miroslav PRŠA, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

It is generally known that an electric field occurs in the vicinity of on-line insulators, and that insulations with established current form a magnetic field in their surrounding. The result is that there is an electromagnetic field in the vicinity of insulators used for electricity transmission and distribution. It is inevitable that there are people and other living beings in that field. Considering that stricter environmental protection requirements have been getting greater attention lately, including the monitoring of the electric and

magnetic field in the vicinity of various sources of such fields, there is a need for analysis of electric and magnetic field distribution in the vicinity of electric power systems.

The paper presents a calculation of electric and magnetic field distribution in the vicinity of a mixed overhead power line 20/0.4kV, frequently used in rural regions. The geometry of the system enabled an analysis in two-dimensional space, in the plane of insulator cross-section. Calculations were made by using the numerical procedure implemented in the COMSOL Multiphysics programme package.

Questions for discussion:

1. How did the authors determine the insulator model dimensions included in Table 1?
2. Did the authors try to establish analytical models for vectors of electric field strength and magnetic induction and compare the results obtained by such models with the results of calculations included in the paper?
3. Do the consoles on which insulators are placed have an impact on electric and magnetic field distribution in the vicinity of poles and if so, what is the impact?

**R-1.25 SF6 – TECHNICAL CHARACTERISTICS AND ENVIRONMENTAL IMPACT**

Authors: Bogdan PETROVIĆ, PE EPS – DSO EPS Distribution – ED Subotica Subsidiary,
Siniša SPREMIĆ, PE EPS Technical Centre Novi Sad, Maintenance Division EPP HV and MM, Serbia

Sulfur hexafluoride ($SF_6$) is gas which found its application in electrical enegineering for insulation and extinction of arc primarily owing to its extraordinary insulation characteristics and heating conductivity. It is frequently applied in medium-voltage facilities where, due to required reduction of facility size, they are only used for insulation, while cacuum is applied for arc extinction. The paper deals with the physical, chemical and electric characteristics of $SF_6$ gas, and the method of testing gas characteristics according to the corresponding standards. By using different devices, field testing of individual or more characteristics of the new or used $SF_6$ is possible. Laboratory testing is also possible.

By gas dissolution when extinguishing the arc, there is a reaction with the present metal, carbon, oxygen and water and the forming of acid and compounds that may be poisonous. For that reason, when working at facilities or devices containing $SF_6$, safety at work measures should be applied in reference with compounds resulting from dissolution. Special attention is focused on the handling of $SF_6$, in order to reduce the amount of leakage into the environment. Leakage may be checked by special devices which reveal the presence of $SF_6$ gas. Leakage signalling may be done by devices for the measuring of pressure (manometres).

Questions for discussion:

1. Do Serbian regulations comply with the provisions of the European Union recommendations 517/2014?
2. Do the distribution substations in the Republic of Serbia have an installed system for establishing SF6 gas leakage?
3. How often are SF6 gas characteristics tested?

**R-1.26 LEVELS OF MAGNETIC FLUX DENSITY IN AREAS OF INCREASED SENSITIVITY IN THE VICINITY OF 10/0.4kV AND 20/0.4kV SUBSTATIONS**

Authors: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Momčilo PETROVIĆ,
University of Belgrade, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

The paper analyses the industrial frequency magnetic induction occurring in zones of increased sensitivity in the vicinity of 10/0.4kV and 20/0.4kV substations. The analysis is based on the results of magnetic induction measurings in zones of increased sensitivity in the vicinity of a large number of substations of the above voltages. For the purpose of estimating the exposure of inhabitants to non-ionizing radiation, the obtained results are compared to the corresponding limits prescribed for zones of increased sensitivity, which for magnetic induction amount to 40 μT. The purpose of the conducted analysis is to adopt the general conclusions on the levels of magnetic induction that may occur in zones of increased sensitivity in the vicinity of the above substations and assess the compliance of these levels with the national regulations in the area of protection of inhabitants against non-ionizing radiation.

Questions for discussion:

1. The results show that with regard to substations in facilities, with similar position compared to the residential or business part of building (above and beside those premises), the largest values of magnetic induction sometimes occur in the premises above, and sometimes in the premises beside the substation. What is the cause of that, and do these facts have an impact on achieving the set aim of the paper – *adoption of general conclusions on magnetic induction levels that may occur in the vicinity of the mentioned substations?*
2. Why, in the case of 31/32, after applying the measures, a more significant reduction of the magnetic induction values primenom mera nije postignuto (e.g. value below 4 μT), was not achieved, considering that the calculated Bmax amounts only to 13,7 μT before the applied measures?

**R-1.27 ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN AN APARTMENT LOCATED ABOVE A 10/0.4kV SUBSTATION BEFORE AND AFTER THE IMPLEMENTATION OF MITIGATION TECHNIQUES**

Authors: Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, University of Belgrade, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering Belgrade, Serbia

The paper deals with the results of magnetic induction measurings in an apartment above the 10/0.4kV substation. At the time of the first testing, in the above apartment were measured significant levels of magnetic induction and it was noted that its value would

exceed the referred level of 40 μT in the case of transformer loading by the indicated power/current. It was also noted that the dominant sources of magnetic field are the rail connections connecting the transformer and the 0.4kV low-voltage switching, located near the substation ceiling, and directly below the apartment where the measurings were done. For that reason, protection measures were taken so that the rail connections were replaced by cable lines distributed along the floor of the room and protection screens were placed inside the substation. After that, magnetic induction was measured again in the apartment. The results of magnetic induction measurings in the apartment before and after applying protection measures were presented and analysed in detail.

Questions for discussion:

1. The paper does not say what material are the screens used for mitigation of magnetic induction values in Zones of Special Sensitivity made of. What is the available and most cost-effective material?
2. What were the measured values of magnetic induction, before implementing the protection measures, in the point (or nearest to it), which after the taken measures proved to be the new most critical point (No.3)? What would be the Bmax values in this point, before and after implementing the protection measures?
3. After implementing the protection measures, point No. 3 has the highest magnetic induction value at the measured level of 0.2m from the floor, while the highest value of magnetic induction at the measured level of 1m from the floor was in point No. 1. What is the possible explanation for that? Were all measured values in terms of Bmax obtained in accordance with the reference capacity of energy transformer?

**R-1.28** **LEVELS OF NON-IONIZED RADIATION IN THE VICINITY OF 110/10kV SUBSTATIONS WITH $SF_6$ GAS INSULATED FACILITIES IN THE BELGRADE DISTRIBUTION AREA**

Authors: Milica TAUŠANOVIĆ, Dobrivoje STANOJEVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Dejan HRVIĆ, Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, University of Belgrade, the Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering Belgrade, Serbia

The paper analyzes the levels of low-frequency non-ionizing radiation in the vicinity of 110/10kV substations with sa $SF_6$ gas insulated facilities, located in the central urban zones. Residential and business buildings, presenting potential zones of increased sensitivity, are located in their direct vicinity. The analysis is based on the results of magnetic induction measurings in the vicinity of the mentioned substations. Based on the measured values of magnetic induction and loading of the dominant sources of radiation at the time of measuring, an assessment was made regarding the maximum exposure of persons in the case of maximum loading of sources. For the purpose of estimating the exposure of inhabitants to non-ionized radiation, the obtained values were compared with the reference limits prescribed in the Republic of Serbia..

Question for discussion:

1. Were measurings also done in the business premises and actual buildings where Substations Kalemegdan, Slavija and Obilić are located, and if so – what are the results and conclusions?

**R-1.01**

**ANALIZA PRIMENE RASTAVLJAČKE LETVE SA STRUJNIM MERNIM TRANSFORMATORIMA U POSTROJENJIMA 20(10)/0,4kV**

Dragan ĐORIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Ogranak „Elektrodistribucija Niš“, Niš,
Srbislav SARIĆ, JP EPS Beograd, Tehnički Centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica,
Darko PAUŠIĆ, Biljana SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Ogranak „Elektrodistribucija Sremska Mitrovica“,
Ivana NARANČIĆ, ODS „EPS DISTRIBUCIJA“, Niš, Srbija

Praćenje potrošnje električne energije i uticaj na smanjenje gubitaka je jedan od osnovnih zadataka zaposlenih u elektroprivredi. Da bi se nastavio trend smanjenja gubitaka električne energije neophodno je da se pored konvencionalnih metoda uvedu nova tehnička rešenja koja će omogućiti lokalizaciju najsofisticiranijih neovlašćenih potrošnji. Tehničko rešenje merenja električne energije na niskonaponskim izvodima u distributivnim transformatorskim stanicama (DTS) praktično znači da u tom slučaju imamo mogućnost praćenja potrošnje električne energije po niskonaponskim izvodima. U tu svrhu koriste se tropolne rastavljačke letve koje u svojoj konstrukciji imaju integrisane obuhvatne strujne merne transformatore. Ovakvoj rastavljačkoj letvi dodaje se analajzer koji može da snima energetske veličine (napon, struju, snagu, faktor snage, energiju). Novo konstrukcijsko rešenje omogućava prostorno uklapanje obuhvatnih transformatora po svakoj fazi i to na izuzetno malom prostoru. Korišćenje ovakvih tehničkih rešenja koja omogućavaju merenje električne energije na izvodima 0,4kV doprinose boljoj mikrolokalizaciji neovlašćene

potrošnje na konzumu posmatrane distributivne transformatorske stanice. Ovakav pristup uz proces izmeštanja mernih mesta (IMM) sigurno dovodi do smanjenja gubitaka električne energije.

**Ključne reči:** Trafostanica-Izvod-Letva-Merenje-Energija-Gubici.

**ANALYSIS OF PRACTICAL SOLUTIONS ABOUT APPLYING SEPARATING STRIPS EQUIPED WITH MEASURING TRANSFORMERS IN SUBSTATIONS 20(10)/0,4kV**

Monitoring of electricity consumption and impact on the reduction of losses is one of the main tasks of employees in the energy industry. According to trend of reducing electricity losses, it is necessary to introduce new technical solutions that will enable the most sophisticated localization of unauthorized consumption, insted of conventional methods. Technical solution for the measurement of electricity at low voltage feeders in distribution substations means that in this case we have the ability to monitor consumption of electricity at low voltage feeders. For this purpose the analytic pole strips which in their structure occure a comprehensive integrated current transformers. Such disconecting slats added to the analyzer that can capture energy parameters (voltage, current, power, power factor, energy). The new design solution provides comprehensive integration of spatial transformer on each phase on a very small area. The use of such technical solutions which enable the process of measuring consumption of electric power at 0,4kV according to more succesfull microlokausation of an unauthorized consumption from the observed DTS. This approach to the process of IMM certainly lead to a reduction of energy losses.

**Key words:** Substation-Feeder-Slats-Measurement-Energy-Loss.

**R-1.02**

**UPOTREBA REKLOZERA ZA FORMIRANJE SPOLJAŠNJEG RAZVODNOG POSTROJENJA 20kV**

Srbislav SARIĆ, JP Elektroprivreda Srbije Beograd Tehnički centar Novi Sad Odsek za tehničke usluge Sremska Mitrovica, Biljana SARIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica, Srbija

Danas se na distributivnom području ODS EPS Distribucija koristi više od 400 reklozera sa ciljem da se poveća pouzdanost mreže, a sa tim i pouzdanost napajanja kupaca električnom energijom. Na distributivnom području ogranka Elektrodistribucija Sremska Mitrovica ima 17 ugrađenih reklozera. Ovi komutacioni aparati, sa karakteristikama koje imaju, mogu se znatno više iskoristiti nego što je to do sada bila praksa. Naime, u ovom radu će biti prikazano korišćenje reklozera za formiranje spoljašnjeg razvodnog postrojenja 20kV. Na konzumnom području ODS EPS Distribucija Sremska Mitrovica postoji transformatorska stanica (TS) 35/10kV „Kuzmin“ koja je u eksploataciji više od 60 godina. Građevinski deo ove TS je u vrlo lošem stanju jer prethodnih 20 godina nije ulagano u njeno održavanje. Nije obnavljana postojeća elektroenergetska oprema (malouljni prekidači 35kV bez motorno – opružnog pogona, primarni prekostrujni okidači, zbirni signal, pomoćni napon – NC 300) pa je ona nepouzdana i njeno održavanje je sve teže. Adaptacija ovakve TS zahteva značajna materijalna sredstva pa se nameće pitanje može li se ovo uraditi na neki drugi način koji će znatno manje koštati. Upravo ovim problemom se bave autori ovog referata uz uvažavanje nekoliko bitnih činjenica: stanje građevinskog dela TS, prelazak konzumnog područja predmetne TS sa 10kV na 20kV naponski nivo, obezbeđivanje rezervnih pravaca napajanja, postojanje reklozera i ČRS u neposrednoj blizini TS, eventualna buduća gradnja TS 110/20kV s obzirom na blizinu DV 110kV, brza lokalizacija mesta kvara kao i nesmetano izvođenje planiranih radova. Predloženo rešenje u ovom radu može da bude dobra podloga za rešavanje nekih drugih, sličnih ili istih, problema na distributivnom području EPS Distribucije.

**Ključne reči**: reklozer, transformatorska stanica, razvodno postrojenje, pouzdanost.

**USE OF THE RECLOSERS FOR THE FORMATION OF AN EXTERNAL DISTRIBUTION PLANT 20kV**

Today, ODS EPS Distribution uses over 400 reclosers in the distribution area in order to increase the reliability of the network, and with this, the reliability of electricity supply to customers. In the distribution area of the branch Distribution Sremska Mitrovica has 17 built-in reclosers. These switching devices, with the features they have, can be used much more than what has been practiced so far. Namely, in this paper will be shown the use of the reclosers for the formation of an external distribution plant 20kV. In the distribution area of the ODS EPS Distribution Sremska Mitrovica there is a substation (TS) 35/10kV "Kuzmin", which has been in operation for more than 60 years. The construction part of this substation (TS) is in a very poor condition because the past 20 years have not been invested in its maintenance. The existing electrical power equipment (35kV low pressure switches without motor-propulsion, primary overcurrent trigger, collective signal, auxiliary voltage - NC 300) have not been renovated and its maintenance is

getting harder. Adaptation of such TS requires considerable material resources, so the question arises as to whether this can be done in some other way which will cost less. This issue is dealt with by the authors of this paper, taking into account several important facts: the state of the construction part TS, switching from a voltage level of 10kV to a voltage level of 20kV, providing reserve power supply, existing reclosers in the immediate vicinity of TS, eventual future construction TS 110/20kV due to the immediate vicinity of the DV 110kV, fast localization of failure and quick intervention, as well as uninterrupted execution of the planned works. The proposed solution in this paper can be a good basis for solving some other, similar or the same, problems in the distribution area of EPS Distribution.

**Key words**: recloser, substation, distribution plant, reliability.

**R-1.03**

## REKONSTRUKCIJA DALEKOVODA 10(20)kV NA TEŠKO PRISTUPAČNOM TERENU NA PODRUČJU OGRANKA ARANĐELOVAC

Dejan PETROVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac,
Vladimir TOMOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ Beograd

Na području Ogranka Aranđelovac preko brdsko – planinskog predela Bukulje postoji dalekovodni pravac 10kV "Vrh Bukulje" čija je trasa većim delom teško pristupačna za održavanje. Dalekovod je građen 70-ih godina prošlog veka, sa dotrajalim drvenim impregnisanim stubovima i Al-č provodnicima nedovoljnog poprečnog preseka. Dalekovodni pravac 10kV Vrh Bukulje napaja pumpnu stanicu "Stara Brana" u Bukulji, odakle se vrši snabdevanje vodom grada Aranđelovca. Takođe ovim dalekovodom vrši se napajanje okolnih sela Vukasovci, Trešnjevica i u havarijskim situacijama rezervno napajanje sela Brezovac. Postojeća oprema (pre rekonstrukcije) su bili stari dotrajali drveni impregnisani stubovi, metalne konzole, stari izolatori tipa PS-12 i PS-17,5 i Al-č provodnici poprečnog preseka 25 – 35mm$^2$. Prilikom izbora tehničkog rešenja na nepristupačnom delu trase, posebno je razmatrana tehnička izvodljivost, korišćenje tipskih elemenata nadzemne elektrodistributivne mreže, bezbednosti ljudi za vreme radova i lako održavanje u toku eksploatacije. Izabrano jerešenje sa portalnim betonskim stubovima na prelazu preko nepristupačnih jaruga i potoka. Portalni stubovi se sastoje od armirano betonskih stubova tipa 12/315, na međusobnom odstojanju 2 ili 3m, sa metalnim konzolama za raspored provodnika u "trougao", sa potpornim izolatorima tipa LSP i prstenastim uzemljivačem oko stuba. Temelji stubova su valjkasti, svrdlom bušeni, uz betoniranje nakon podizanja stubova i montaže metalnih konzola. Sasatav portalnog betonskog stuba sačinjavaju tipski elementi nadzemne srednjenaponske mreže, uz izuzetak metalnih konzola koje su radioničke izrade. Primenom ovakvih rešenja, postižu se veći rasponi i mogućnost premošćavanja nepristupačnih terena. Dozvoljeni jednostrani raspon, za portalni stub sa odstojanjem od 2mi bočnim konzolama postavljenim na visini 2m od vrha stuba, iznosi do 295m. Nakon završetka rekonstrukcije dalekovoda, primenom ovakvih nestandardnih rešenja, isti u svemu ispunjava zahteve važećih propisa i TP Elektrodistribucije Srbije. Postignuto je premošćavanje terena nepristupačnih ljudstvu i mehanizaciji, podizanje lancanice provodnika, smanjenje broja stubova, uz zadržavanje pouzdanosti i smanjenje troškova neophodnih za održavanje u toku eksploatacije kao što je krčenje i sečenje rastinja u zaštitnoj zoni dalekovoda. Analiza treba da pokaže da izabrano tehničko rešenje sa ugradnjom nestandardnih portalnih betonskih stubova ima ekonomsku opravdanost, tj. smanjenje početnih investicionih ulaganja i troškova održavanja u toku eksploatacije, i da je postignuto poboljšanje karakteristika dalekovoda 10(20)kV nakon rekonstrukcije.

**Ključne reči:** rekonstrukcija, dalekovod, portalni stub.

## RECONSTRUCTION OF TRANSMISSION LINE 10 (20)kV ON A HIGH ACCESS GROUND WITHIN AREA OF ARANĐELOVAC

In the area of the Arandjelovac Branch, across the hilly – mountain ground of Bukulja, there is a medium voltage transmission line 10kV "Top of Bukulja" whose route is hardly accessible for maintenance. Transmission line was built in the 1970s, with worn wooden impregnated pillars and Al-č conductors of insufficient cross-section. Transmission line 10kV "Top of Bukulja" supplies pumping station "Old Brana" in Bukulja, where the supply of water from the town of Arandjelovac is carried out. Also, this transmission line supplies with electricity to the surrounding villages of Vukasovci, Trešnjevica and in the emergency situations, the backup power supply of Brezovac village. Existing equipment (before reconstruction) were old, worn wooden impregnated pillars, metal brackets, old PS-12 and PS-17.5 insulators and Al-č conductors cross-section of 25 - 35mm$^2$. When choosing a technical solution on an inaccessible part of the route, especially was considered technical feasibility, using tipical elements of electricity distribution grid, human safety during work and easy maintenance during exploatation. The solution was chosen with portal concrete pillars at the passage through inaccessible rails and streams. The portal pillars consist of reinforced concrete pillars of the type

12/315, raised at a distance of 2 or 3 meters, with metal brackets for the arrangement of the conductors into the "triangle", with supportive LSP insulators and a ring ground around the pillar. The foundations of the pillars are cylindrical, drill bits, with concreting after the pillars are lifted and the metal brackets are assembled. The composition of the portal concrete pillar is made up of typical elements of the medium voltage network, with the exception of the metal consoles which are made in workshop. By applying these solutions, larger ranges and the possibility of bridging inaccessible ground are achieved. The allowed single-sided range, for a portal pillar with a distance of 2 meters and side consoles placed on height of 2 m from the top of the pillar, is up to 295m. After completing the reconstruction of the transmission line, using these non-standard solutions, it fulfills the requirements of the valid regulations and technical recommendations Electrical distribution of Srbija. Bridging the ground, wich id inaccessible for people and mechanization, raising the conductor line, reducing the number of pillars has been achieved, while retaining reliability and reducing the costs necessary for maintenance during exploitation such as cutting of the trees in the protection zone of the transmission line. The analysis should show that the chosen technical solution with the installation of non-standard portal concrete pillars has economic justification, i.e. reduction of initial investments and maintenance costs during the exploatation, and that some characteristics of the transmission line 10(20)kV have been improved after reconstruction.

**Key words:** reconstruction, transmission line, portal pillar.

**R-1.04**

## SANACIJA NAPONSKIH PRILIKA I STVARANJE UVJETA ZA PRIKLJUČENJA NOVIH KUPACA NA NN MREŽU UGRADNJOM STABILIZATORA NAPONA

Ivan JURIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split,
Marin ĆURKOVIĆ, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektrodalmacija Split, Hrvatska

Na dugim izvodima niskonaponske nadzemne mreže uslijed pada napona dolazi do pogoršanja naponskih prilika i kvalitete napona kod krajnjih kupaca te odstupanja od važećeg pravilnika o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu. Loše naponske prilike dovode do nemogućnosti isporuke veće količine energije i povećanje priključne snage prema koju traže kupci. Za sanaciju naponskih prilika i rješavanje problema priključenja novih kupaca u takvim niskonaponskim mrežama kao tehničko rješenje može se upotrijebiti stabilizatora napona.

U radu će biti prikazani proračuni kojima se definira mjesto ugradnje stabilizatora napona od izvora napajanja, proračuni vrijednosti napona s obzirom na mjesto ugradnje, analiza izmjerenih vrijednosti prije i poslije ugradnje, mjerenja buke stabilizatora napona u ugrađenoj sredini i ostalih detalja.

**Ključne riječi:** kvaliteta napona, sanacija naponskih prilika, stabilizator napona.

## IMPROVEMENT OF VOLTAGE CONDITION AND CREATING TERMS FOR CONNECTION OF NEW CONSUMERS BY USING VOLTAGE STABILIZER

Bad voltage conditions affect the quality of electricity, which results in difficulties in energy transmition on long distances of aerial low voltage transmition lines and also causes deviation from standard voltage values rated for such system. Considerable amount of voltage drop occures on long uninterupted aerial networks leading to difference in voltage condition and quality at end costumers and the inability to further expand the network, connection of new costumers or increase the power of existing ones.

Location of voltage stabilizer installation is determined by calculations in this paper which specify its distance from power supply. Calcuations of voltage values, analysis of electrical energy quality, device noise measurement and other details are also presented in this paper.

**Key words:** voltage quality, improvement of voltage condition, voltage stabilizer.

## NEJASNOĆE U ODREDJIVANJU BROJA UZORAKA ZA PRIJEMNO ISPITIVANJE I OCENJIVANJE REZULTATA ISPITIVANJA OPREME IZOLATORSKOG LANCA I PRIBORA ZA PROVODNIK

Dušan DOKIĆ, Alen GUDŽEVIĆ, Mirko MARKOVIĆ, Vladimir ĐURĐEV
GPS Insulators d.o.o., Braće Jerkovića 101/14, 11000 Beograd, Srbija

Ovaj rad ima za cilj da ukaže na nejasnoće u određivanju broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike. Nejasnoće nastaju u određivanju broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike primenom standarda SRPS EN 61284. U SRPS EN 61284 za određivanje broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike se poziva na standarde iz oblasti verovatnoće ISO 2859-1, ISO 2859-2i ISO 3951. Korišćenjem ISO 2859-1, ISO 2859-2i ISO 3951 za određivanje broja uzoraka za prijemno ispitivanje i ocenjivanje rezultata ispitivanja opreme izolatorskog lanca i pribora za provodnike javlja se nejasnoća zato što nije moguće da se na jednoznačan način odredi broj uzoraka.

**Ključne reči**: izolatorski lanac, prijemno ispitivanje, pribor za provodnike.

## UNCERTAINTY IN DETERMINING THE NUMBER OF SAMPLES FOR THE SAMPLE TEST AND EVALUATING THE TEST RESULTS OF THE INSULATOR CHAIN AND ACCESSORIES FOR CONDUCTORS

This document aims to indicate the uncertainty in determining the number of samples for the sample test and evaluating the test results of the insulator chain and accessories for conductors. Uncertainty arises in determining the number of samples for the sample test and evaluation the test results of the insulator chain and accessories for conductors using standard SRPS EN 61284. In SRPS EN 61284 for determining the number of samples for sample test and evaluating the test results of the insulator chain and accessories for conductors, reference is made to standards from area of probability ISO 2859-1, ISO 2859-2 and ISO 3951. Using ISO 2859-1, ISO 2859-2 and ISO 3951 for determining the number of samples for the sample test and evaluating the test results of the insulator chain and accessories for conductors appears uncertainty because it is not possible to unambiguously determine the number of samples.

**Key words**: insulator sets, sample test, conductor accessories.



## PRAKTIČNA ISKUSTVA PRILIKOM ISPITIVANJA ELEKTRIČNOG IZOLACIONOG SISTEMA PROLAZNIH IZOLATORA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA NA TERENU

Momčilo MILIĆ, Denis ILIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet,
Ljubiša NIKOLIĆ, Đorđe JOVANOVIĆ, Branko PEJOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Beograd
Radmila PARTONJIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Srbija

Za pravilan i pouzdan rad elektrodistrbutivnih mreža neophodno je da sve komponente istih funkcionišu na način koji obezbeđuje siguran prenos i distribuciju električne energije. Upravo iz tog razloga, kao prioritet, se nameće pitanje strategije održavanja komponenti elektrodistributivnih mreža. Energetski transformatori, kao elementi bez čije uloge ne bi mogao ni da se zamisli rad čitavog sistema, zauzimaju posebno mesto, a njihov monitoring i dijagnostika bitan faktor u održavanju stabilnosti elektrodistributivnih mreža. Prolazni (uvodni) izolatori su izuzetno važan deo svakog energetskog transformatora s obzirom da pogonska spremnost transformatora direktno zavisi od njihove ispravnosti. Iz tog razloga, prilikom ispitivanja energetskih

transformatora, prolaznim izolatorima se poklanja dodatna pažnja. Naime, stanje električnog izolacionog sistema ovih izolatora je moguće kontrolisati merenjem faktora dielektričnih gubitaka (tgδ) i kapacitivnosti, kao i otpornosti izolacije izolatora u za to predviđenim vremenskim intervalima. Pojedine, uglavnom moderne, konstrukcije uvodnih izolatora poseduju priključak za navedena merenja, dok je kod starijih konstrukcija to retkost. U slučaju defekta i eventualnog proboja izolatora, transformator bi pored ispada iz pogona mogao da pretrpi i značajna oštećenja. Pri tome, treba uzeti u obzir da u slučaju eksplozije izolatora, moguće je oštetiti i opremu koja se fizički nalazi u blizini defektnog izolatora. Stoga, pouzdan uvid u stanje električnog izolacionog sistema prolaznih izolatora obezbeđuje pravovremeno planiranje zamene istih u cilju bezbednog rada transformatora. U radu su prikazana iskustva prilikom ispitivanja električnog izolacionog sistema izolatora kao deo mera preventivne kontrole energetskih transformatora. Pored ilustracije same konstrukcije, karakteristika prolaznih izolatora, metode za ispitivanje istih, u radu će biti interpretirani rezultati merenja i pomenute specifične i neuobičajene situacije koje su imale uticaja na tačnost, odnosno verodostojnost dobijenih rezultata merenja.

**Ključne reči:** Elektrodistributivne mreže – Energetski transformator – Prolazni izolatori – Ispitivanje električnog izolacionog sistema.

**PRACTICAL EXPERIENCES DURING TESTING THE ELECTRIC INSULATION SYSTEM OF POWER TRANSFORMERS BUSHINGS**

Proper and reliable operation of a power distribution network is conditioned by the fact that all components need to function in a manner which ensures secure transmission and distribution of electricity. That's the reason why choosing the right strategy for maintaining the power distribution network components has a priority. Power transformers as key elements without whose role couldn't even imagine the work of the entire system occupy a special place and therefore their monitoring and diagnostics are maybe the most significant factor in maintaining the stability of power distribution networks. Bushings are an extremely important part of any power transformer with respect to operational readiness of the transformer is directly dependent on their validity. That's the reason why during the power transformersexamining an extra attention is given to bushings. The condition of electrical insulation system of bushings can be controlled by measurement of the dielectric dissipation factor (tgδ) and capacitance as well as the insulation resistance at the specified time intervals. Some, mostly modern, bushing constructions have access to specified measurement, while for older ones that's rarity. In the event of bushing defect or a possible fault, in addition to the outage the transformer could suffer significant damage. It should be taken into account that in case of the bushing explosion there could be damage to the equipment that is in the vicinity of the defective bushing. Hence, reliable insight into the state of bushing's electrical insulation system provides their replacement at the right time in order to secure safe operation of the transformer. This paper presents experiences collected by testing bushing's electrical insulation system as a part of preventive control measures of power transformers. In addition to the illustration of the bushings construction and behavior, methods for their testing, the results of measurements and also some specific and unusual situations that had an impact on the accuracy or credibility of the obtained measurement results will be interpreted in this paper.

**Key words:**Power Distribution Network - Power transformer - Bushings – Electrical Insulation System Measurements.

**R-1.07**

**PROVERA STANJA MERNIH TRANSFORMATORA 110kV I ODVODNIKA PRENAPONA**

Dušan OBRADOVIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM,
Aleksandar ANTONIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

Provera stanja većeg broja mernih transformatora 110kV i odvodnika prenapona na naponskom nivou 110kV obavljena je u 2017. godini. Provera stanja mernih transformatora 110kV je obuhvatala ultrazvučno ispitivanje parcijalnih pražnjenja uređajem AED-2000, a u slučaju da su ultrazvučnim ispitivanjem utvrđena parcijalna pražnjenja ili su sumnjivi na parcijalna pražnjenja uzeti su uzorci za analizu gasova rastvorenih u ulju (GH analiza). Svi merni transformatori 110kV su starijih tipova sa gvozdenim kazanom u donjem delu. Inverzne merne transformatore 110kV, novije sa aluminijumskim kazanom u donjem delu i merne transformatore sa otvorenim magnetnim kolom bez kazana nije bilo moguće ispitati. Za novije tipove sa aluminijumskim kazanom u donjem delu bi trebalo osmisliti jednostavnu spravu za postavljanje sonde. Brojnost mernih transformatora 110kV ispitanih ultrazvučnom metodom na parcijalna pražnjenja sa rezultatima i analize gasova rastvorenih u ulju su prikazani i analizirani. Ispitivanje odvodnika prenapona na 110kV strani je obuhvatilo metal oksidne odvodnike prenapona. Merenje je izvršeno uređajem ISA SCAR-10. Merene su tri struje: efektivna vrednost struje $I_{rms}$ (μA), vršna vrednost struje $I_p$ (μA) i struja trećeg harmonika $I_{3h}$ (μA). Osciloskopsko snimanje talasnog oblika struje odvođenja nije rađeno. Strujna klešta su postavljana na mesto gde izolovan ili goli provodnik od odvodnika prenapona

ulazi u merač broja prorada odvodnika prenapona. Uočeno je nekoliko stvari koje imaju uticaj na merenja: go ili izolovan provodnik, odvodnici prenapona na portalima iznad energetskog transformatora, mesto merenja na ulazu ili na izlazu merača broja prorada odvodnika prenapona. Rezultati su prikazani po tipovima odvodnika prenapona. Pored prikazanog radi se i periodična termovizijska provera ovih, ali i drugih uređaja, kao i ciljane GH analize mernih transformatora 110kV.

**Ključne reči:** merni transformator, parcijalna pražnjenja, GH analiza, ulje, odvodnik prenapona, struja odvođenja.

**INSTRUMENT TRANSFORMERS 110kV AND SURGE ARRESTERS CONDITION CHECK**

Condition check of large number of instrument transformers 110kV and surge arresters of 110kV voltage level was made in 2017. Condition check of instrument transformers 110kV comprise ultrasound test of partial discharges using device AED-2000 and in case of detected partial discharges by ultrasound test or for suspicious on partial discharges oil samples were taken for dissolved gas in oli analysis (DGA). All instrument transformers 110kV are of older types with steel vessel at lower part. Inverse instrument transformers 110kV, newer with aluminum vessel at lower part and instrument transformers with oper core designe without vessel were not possible to test. For new types with aluminum vessel at lower part it should be designed simple device to posit probe. A number of instrumetn transformers tested with ultrasound method on partial discharges with results and dissolved gas in oil analysis are showed and considered. Surge arresters of 110kV voltage level testing comprise metal-oxide surge arresters. Testing was carried out with device ISA SCAR-10. Three currents weremeasured: effective value of current $I_{rms}$ (μA), peak value of current $I_p$ (μA) and value of third harmonic current $I_{3h}$ (μA). Oscilloscopic waveform recording of leakage current was not made. Current clamps were positioned at the place where insulated or naked conductor from surge arrester enter surge counter. Several thinngs were noticed which may have influence on measurement: insulated or naked conductor, surge arresters on portal above transformers, measuring point at entrance or at exit of surge counter. The results are shown by types of surge arresters. Beside showed in this paper periodical thermal imaging of this devices and other devices and targeted DGAs of instrument transformers are carried out.

**Key words:**instrument transformers, partial discharges, DGA, oil, surge arrester, leakage current.

**R-1.08**

**UNAPREĐENI TROUGAO I POREĐENJE SADRUGIM METODAMA ANALIZE GASOVA RASTVORENIH U ULJU**

Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor za održavanje EEO i MM, Srbija

Mnogo godina se koriste različite metode za analizu gasova rastvorenih u ulju (u daljem tekstu: AGRU): Dernenburg, Rodžersovi odnosi, MSS (Meler, Šlizing i Zoldner), Duvalovi trouglovi, Duvalovi pentagoni, Univerzalni trougao, Ključni gas, Logaritamski nomograf, IEC odnosi, IEEE, Metod analize obrasca gasa, Japan ETRA dijagnostički dijagram,... U suštini se sve metode bave jednostrukim ili čistim kvarovima. Neke od metoda mogu da daju tumačenje višestrukih ili mešovitih kvarova. Široko rasprostranjeno mišljenje među poznavaocima i stručnjacima je da je postotak višestrukih kvarova mali što je netačno.

Tokom godina neke metode su imale značajne izmene. Među njima je i Duvalov trougao koji je imao značajne promene u granicama između svih područja sa pojavom područja višestrukih kvarova električnih pražnjenja i pregrevanja (DT) u postojećem Duvalovom trouglu 1. Nova metoda je Unapređeni trougao koji unapređuje postojeći Duvalov trougao 1. Jedna od razlika je da se na stranici Duvalovog trougla 1 sa metanom kod Unapređenog trougla nalaze i metan i etan. Metan i etan su gasovi bliskog temperaturnog opsega, a izostanak etana koji se stvara u značajnoj količini samo kod termičkih kvarova nižih temperatura može da dovede do pogrešnog tumačenja AGRU. Druga razlika su značajno izmenjene granice područja kvarova sa pojavom novih područja D+T1, D+T2 i D+T3.

Autor je prikupio veći broj AGRU za koje se može sa sigurnošću utvrditi postojanje jednostrukih kvarova ili višestrukih kvarova. To su slučajevi gde je obavljen podroban pregled nakon kvara sa fotografijama ili su vršene učestale AGRU ili se vrši stalno praćenje AGRU ili su vršena različita ispitivanja koja potvrđuju kvar, nekad i više navedenih stavki zajedno. Poređena su tumačenja AGRU nekoliko različitih metoda podrobno po vrsti kvara i zajedno za sve kvarove. Poređenje je vršeno po tome da li se kvar prepoznaje ili ne, a ukoliko prepoznaje da li je tumačenje ispravno ili ne. Metode koje se porede su: Unapređeni trougao, Duvalov trougao 1, Dernenburg, Rodžersovi odnosi, IEC odnosi i MSS.

**Ključne reči:**Unapređeni trougao, Duvalov trougao 1, analiza gasova rastvorenih u ulju, kvar.

## IMPROVED TRIANGLE AND COMPARISON WITH OTHER DISSOLVED GAS ANALYSIS METHODS

For many years different methods for interpretation of results of dissolved gas analysis (in following text: DGA) were in use: Doernenburg, Rogers ratios, MSS (Mueller, Schliesing and Soldner), Duval Triangles, Universal triangle, Key Gas, Logarithmic nomograph, IEC ratios, IEEE, Gas pattern analysis method, Japan ETRA diagnostic diagram,... Basically all methods deals with single or pure faults. Some of methods have certain area of mulitple or mixed faults. Widely adopted hypothesis among academics and experts is that percentage of multiple faults among all faults is small which is incorrect.

During years some of the methods have significant changes. Among them is Duval triangle which had significant borders modification between all areas with appearance of new area of multiple faults of electrical discharges and overheating DT in present Duval triangle 1. New method is Improved triangle which improves Duval triangle 1. First difference is that on side of Duval triangle 1 with Methane Improved triangle has Mthane and Ethane. Methane and Ethane are gases of similar thermal range and absence of Ethane, which is gas which appears at low temperatures range, could lead to wrong DGA interpretations. Second difference is significant modifications of borders between fault areas with appearance of new areas D+T1, D+T2 and D+T3.

Author has collected a large number of DGA for which is possible to determine with certainty the existence of single faults or multiple faults. These are the cases where a detailed visual inspection was carried out after fault or failure with a photos or frequent DGAs or DGA monitoring or different tests were carried out confirming the fault, sometimes several of mentioned items together. The interpretations of DGAs of several different methods are compared in detail by type of failure. Comparison is made by whether or not fault is recognized, and if fault is recognized whether the interpretation is correct or not. The methods that are compared are: Improved Triangle, Duval Triangle 1, Doernenburg, Rogers ratios, IEC Ratios and MSS.

**Key words:**Improved triangle, Duval triangle 1, dissolved gas analysis, fault.

**R-1.09**

## FENOMEN GASIRANJA ULJA U DIJAGNOSTICI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA

Branka ĐURIĆ, Vesna RADIN, Jelena LUKIĆ
Elektrotehnički institut Nikola Tesla Beograd, Beograd, Srbija

Dijagnostika pogonskog stanja transformatora gasnohromatografskom analizom može biti otežana pojavom gasiranja ulja (eng. „stray gassing"). Fenomen gasiranja ulja predstavlja afinitet ulja ka stvaranju vodonika i lakih ugljovodonika (najčešće metana i etana) u nižem temperaturnom opsegu, < 200°C. U nekim situacijama gasiranje ulja se teško može razlikovati od niskotemperaturnih termičkih kvarova ili parcijalnih pražnjenja u transformatoru, iako postoje unapređene metode za interpretaciju analize sadržaja gasova (Duvalovi trouglovi, pentagram i dr.). Ipak, nakon analize sadržaja gasova rastvorenih u ulju transformatora iz pogona, laboratorijskim testovima se može dokazati postojanje gasiranja ulja. U radu su opisani fenomeni gasiranja ulja, kao i alati za interpretaciju gasiranja ulja transformatora. Kod nekoliko distributivnih transformatora, kod kojih je redovnom kontrolom dijagnostikovano gasiranje ulja, urađeni su uporedni laboratorijski testovi ulja (CIGRE TB 296 i novi test preporučen od strane CIGRE WG D1.70). Zbog prisutnih problema u svakodnevnoj dijagnostici postoji značajna zainteresovanost stručne javnosti za ovu pojavu prikazani su novi pravci u testiranju ulja na gasiranje i tendencija uvođenja testa gasiranja ulja u osnovni set prijemnog ispitivanja novih ulja kroz reviziju standarda IEC 60296.

**Ključne reči:** energetski transformator, gasnohromatografska analiza, gasiranje ulja, stray gassing, dijagnostika.

## STRAY GASSING PHENOMENON IN POWER TRANSFORMER DIAGNOSTICS

Power transformer condition assessment can be a bit more difficult using dissolved gas analysis (DGA) as a diagnostic tool, if stray gassing phenomenon occurs. Stray gassing is oil ability to form fault gases like hydrogen and lower hydrocarbons (methane and ethane usually) at relatively low temperature range, < 200°C, which is temperature typical for low temperature thermal faults or partial discharges. In case of suspicion, stray gassing can be easily proven with simple laboratory test. This paper describes stray gassing phenomenon and diagnostic tools available for interpretation. Comparative DGA results of oils from service and laboratory stray gassing tests (CIGRE TB 296 stray gassing and new stray gassing test proposed by CIGRE WG D1.70) has been given. There has been a significant interest of professional community and in power transformer industry for stray gassing test to be included in set of acceptance test for new unused oils in order to provide better transformer condition assessment.

**Keywords:** power transformer, dissolved gas analysis, DGA, stray gassing, diagnostic.

**R-1.10**

## АНАЛИЗА УЗЕМЉИВАЧКОГ СИСТЕМА У ГАСОМ ИЗОЛОВАНИМ ПОСТРОЈЕЊИМА ПРИ ПОЈАВИ ПРЕНАПОНСКИХ ТАЛАСА ЕКСТРЕМНО ВИСОКИХ УЧЕСТАНОСТИ НАСТАЛИХ МАНИПУЛАЦИЈАМА ПРЕКИДАЧА И РАСТАВЉАЧА
## ANALIZA UZEMLJIVACKOG SISTEMA U GASOM IZOLOVANIM POSTROJENJIMA PRI POJAVI EKSTREMNO VISOKIH FREKVENCIJA PRENAPONSKIH TALASA NASTALIH MANIPULACIJAMA PREKIDACA I RASTAVLJACA

Драган РИСТИВОЈЕВИЋ, Слободан ДАМЊАНОВИЋ
ЈП ЕПС Огранак РБ Колубара, Србија

У раду су приказане и анализиране појаве које су регистроване приликом мерења на уземљивачким системима различитих конфигурација и на секундарним прикључцима струјних трансформатора и релејне заштите. Дата је и анализа појаве енормних вредности капацитивних струја услед високих учестаности пренапона који настају при приликом манипулација растављачем, односно прекидачем.

Реализована су и одређена мерења са променом дужина спојних проводника између металних маса међусобно и према уземљивачу, а извршена је и анализа утицаја металног плашта кабла.

**Кључне речи:** Пренапонске појаве, манипулација растављачем.

## ANALYSIS OF GROUNDING SYSTEM IN A GAS ISOLATED SUBSTATIONS AT THE OCCURRENCE OF OVERVOLTAGES OF EXTREMELY HIGH FREQUENCIES CAUSED BY SWITCHGEAR AND DISCONNECTOR MANIPULATIONS

Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNjANOVIĆ
JP EPS Ogranak RB Kolubara, Srbija

The paper presents and analyzes the phenomena registered during the measurement on grounding systems of different configurations and on secondary connections of current transformers and relay protection. An analysis of the phenomenon of enormous values of capacitive currents due to the high frequencies of overvoltage, which occur during the manipulation of the disconnector or switch, is also given here.

Certain measurements with the change of the lengths of the coupling conductors between the metal masses, between each other and to the ground conductor have been carried out, as well as the cable metal shield impact analysis.

**Key words**: overvoltage occurrences, manipulation of the disconnector.

**I-1.11**

## ЕЛИМИНИСАЊЕ ФЕРОРЕЗОНАНСНИХ ОСЦИЛАЦИЈА У СРЕДЊЕНАПОНСКОЈ МРЕЖИ ПРИ ЕКСТРЕМНО ПРОМЕНЉИВИМ ПАРАМЕТРИМА МРЕЖЕ
## ELIMINISANJE FEROREZONANSNIH OSCILACIJA U SREDNJENAPONSKOJ MREŽI PRI EKSTREMNO PROMENLJIVIM PARAMETRIMA MREŽE

Драган РИСТИВОЈЕВИЋ, Слободан ДАМЊАНОВИЋ
ЈП ЕПС Огранак РБ Колубара, Србија

У условима великих промена конфигурације напајања, дужине кабловске и надземне мреже, броја трансформаторских јединица и њиховог појединачног и паралелног рада немогуће је предупредити настајање ферорезонансе у свим условима,

класичним решењем – прикључењем отпорника одређене вредности отпора на крајеве отвореног троугла терцијера једнополно изолованих напонских трансформатора. Искључивањем појединих водова ферорезонансне осцилације трају и продужава се хаваријско стање. Потребно је неизоставно елиминисати напајање напонских трансформатора јер је то једини начин повратка у стабилно стање са ниским вредностима електричних величина. Реализовано је и пар експеримената за сложени систем напајања.

**Кључне речи**: ферорезонанса, отпорник, напонски трансформатор.

## ELIMINATING OF FERRO RESONANT OSCILLATION IN THE INTERMEDIATE VOLTAGE AREA AT EXTREMELY VARIABLE PARAMETERS

Dragan RISTIVOJEVIĆ, Slobodan DAMNjANOVIĆ
JP EPS Ogranak RB Kolubara, Serbia

Eliminating of ferro resonant oscillation in the intermediate voltage area at extremely variable parameters branch when great changes of supply configuration, cable and over head net lengths, number of transformer units and their parallel operation are present, it is impossible to prevent occurring of ferro resonance in all conditions by classical solution – connecting of the resistor with a certain resistance at the end points of voltage transformers open triangle. Disconnecting of individual lines leads to ferro resonant oscillation continuation and unstable condition is prolonged. It is absolutely necessary to eliminate supply of voltage transformers, because it is the only way to recover stable state with low values of electrical parameters. A couple of experiments have been carried out for a complex supply system.

**Key words**: ferroresonance, resistor, voltage transformers.

**R-1.12**

## EFEKTI PORASTA TEMPERATURE OPREME U PREFABRIKOVANIM TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

Ljubiša ČIČKARIĆ, Branko PEJOVIĆ, Jovan MRVIĆ
Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla” Beograd, Srbija

Realni radni vek električnih aparata i opreme u elektroenergetskim postrojenjima kao i broj kvarova tokom njihovog rada značajno zavise od vrste i uslova pogona. Izolacioni sistemi elektroenergetske opreme su sačinjeni od organskih i neorganskih materijala i oni su tokom pogona izloženi uticajima delovanja električnog polja, parcijalnih pražnjenja i drugih električnih fenomena kao i posledicama njihovog dejstva. Temperatura se može smatrati posebno značajnim pogonskim faktorom, koji utiče na degradaciju izolacionog sistema elektroenergetske opreme.

Tokom dugih perioda u letnjim mesecima sa izuzetno visokim temperaturama u uslovima punog opterećenja, temperatura značajno povećava stopu starenja izolacionog sistema elektroenergetske opreme.

Izuzetno visoke spoljne temperature u dužim vremenskim periodima mogu dovesti do pregrevanja tehnoloških zgrada, transformatorskih stanica, a u nekim slučajevima i zemljišta na većim dubinama, što može ponekad imati uticaj čak i na podzemnu kablovsku mrežu.

U radu su razmatrani uticaji povećanja temperature na elektroenergetskoj opremi u prefabrikovanim transformatorskim stanicama uslovljeni povećanom temperaturom tokom pogona. Naglašen je značaj ispitivanja ubrzanog starenja kao i ispitivanja granica zagrevanja nove opreme i praćenja stanja zagrejanosti transformatora tokom pogona.

**Ključne reči**: prefabrikovana transformatorska stanica, elektroenergetska oprema, transformator, porast temperature, klasa kućišta.

## THE EFFECT OF TEMPERATURE RISE IN PREFABRICATED SUBSTATION

The real lifetime of power electrical devices and the number of failures during their operation are strongly dependent on mode of operation and service conditions. Power devices usually contain the organic or inorganic insulation system. During operation they are exposed to the effects of electric field, partial discharges and other electrical phenomena, as well as the consequences of their effect. The temperature can be considered as a particularly important ageing factor that affects the degradation of the insulation system of power equipment.

During the long-term extremely hot summer months and at the full loaded equipment, the temperature significantly increases the rate of aging of the insulation system of electrical equipment.

Extremely high long-term external temperatures can overheat technological buildings, transformer stations, and in some cases even the soil into the deeper depths, which can sometimes affect even the underground cable network.

The paper examines the effects of temperature rise on the electrical equipment in prefabricated substation. The importance of temperature rise test of new equipment and monitoring transformer heating during the operation was emphasized.

**Key words:** prefabricated substation, electrical power equipment, transformer, temperature rise, class of enclosure.

**R-1.13**

## A NEW APPROACH FOR ONLINE MONITORING OF POWER CABLE CONDITION IN DISTRIBUTION NETWORKS USING BROADBAND POWERLINE COMMUNICATION AND SIMPLE SENSOR SOLUTIONS

Hamed REZAEI, Nexans Power Accessories,
Nikolai HOPFER, Markus ZDRALLEK, University of Wuppertal,
Christoph RAQUET, Power Plus Communications AG,
Ulrik DIETZLER, Markus KRAMPF, Energieversorgung Leverkusen GmbH & Co. KG, Nemačka

With the increasing number of renewable resources in today's distribution networks the need for monitoring the condition of power grids and cables are becoming more imperative to ensure a reliable power supply. The existing diagnostic techniques for cables are mostly cost-intensive and not extensively used. Hence the need for a cost-effective and practical monitoring/diagnostic tool is of great importance. A novel method to achieve this goal was aimed in the course of a research project in Germany to define and approve a new solution concept for online monitoring of grid condition with a specific focus on power cables by using the secondary effect of broadband powerline communication technology (BPL), which has the primary task of data transmission over power cables in power networks. This paper articulates how BPL technology creates new insights into power cable conditions using data transmission characteristics and how the concept and theoretical background was approved through laboratory tests as well as real field tests. Furthermore the condition assessment functionality of powerline communication was supported by the selective installation of simple sensor solutions to better scope network parameters with the possible objective of integrating them into network management as well as asset management.

**Key words:** power cable, condition monitoring, broadband powerline communication, medium voltage sensor.

**R-1.14**

## MONTERSKA VOZILA ZA ODRŽAVANJE DISTRIBUTIVNIH ELEMENATA

Marko FILAKOV, Aleksandar STOLIĆ,
JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor,
Zoran SIMENDIĆ, ODS "EPS DISTRIBUCIJA" d.o.o. Beograd, Ogranak Elektrodistribucija Sombor,
Zoran ILIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Sombor, Srbija

Duži vremenski period za održavanje distributivnih elemenata nabavljaju se vozila opšte namene (putnička, teretna) koja nisu potpuno prilagođena potrebama elektromonterskih ekipa Elektroprivrede Srbije. Zbog toga,nakon nabavke Tehnički centri i Ogranci Operatora distributivnog sistama (ODS) prilagođavaju svoja vozila elektrodistributivnim potrebama i to ugradnjom: nosača za monterske lestve, radio stanice sa priključnom antenom, sigurnosne mreže za odvajanje prostora kabine od tovarnog dela, vitla-čekrka za samoizvlačenje (na terenska vozila) i nabavkom odgovarajućih pneumatika (gume za teren).

Najveći problem je preuređenje tovarnog prostora za smeštaj alata, zaštitne opreme i elektro materijala za otklanjanje kvarova na mreži. Oprema se često u vozilu odlaže jedna na drugu, čime se ponekad prouzrokuje oštećenja materijala i alata, a značajno je potrebno više vremena za pronalaženje opreme i materijala prilikom kvarova. U radu su prikazana prethodna rešenja preuređenja tovarnog prostora putem ugradnje kaseta. Nakon analize su dati predlozi za nova vozila koja se nabavljaju.

Rad se takođe bavi analizom smanjenja potrošnje goriva, pojedinačno i zbirno, kako mesečnom tako i na godišnjem nivou.

**Ključne reči**: Montersko vozilo, tovarni prostor vozila.

## ELECTRICIAN VEHICLES FOR DISTRIBUTION SYSTEMS MAINTENANCE

For a long time, for a DS maintenance are used general purpose vehicles, both passenger and commercial, wich don't fully meet mobile electrician squads requirements. Therefore, each Technical unit is doing self adjustments like adding: electrician ladder holder, radio with mobile antenna, safety nets dividing cabin and loading part, selfpulling anchors and procurement of appropriate tires (terrain tires).

The biggest chalange is rearrangement of loading space for the accommodation of tools, safety accessories and spares. Due to inadequate stocking it is sometimes not easy to find part or material in a short time, and there is certain level of self damage of the spares. This paper shows previous load space rearrangement by built in boxes and gives some proposals for a new purchased vehicles.

The paper also deals with total maintenance and fuel cost analysis on a monthly and annual level.

**Keywords**: Electrician vehicles.

**R-1.15**

## PUŠTANJE POD NAPON 110kV JEDNOG SISTEMA DVOSISTEMSKOG 400kV DALEKOVODA POSTAVLJANJEM PRIVREMENE VEZE

Branko ĐORĐEVIĆ, Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektromreža Srbije A.D.,
Dušan OBRADOVIĆ, Elektromreža Srbije A.D., Srbija

U radu je opisano puštanje pod napon 110kV jednog sistema dvosistemskog 400kV dalekovoda. Usled nemogućnosti da se ceo dvostruki interkonektivni 400kV dalekovod pusti pod napon, a zbog smanjenja gubitaka u mreži i poboljšanja naponskih prilika u području jugoistočnog Banata, urađena je privremena veza dalekovoda 400kV br. 463A TS Pančevo 2 – granica/TS Rešica i 110kV br. 1002 TS Vršac 2 – TS Bela Crkva, na mestu njihovog ukštanja. U radu je opisan način izvođenja ove privremene veze, kao i primenjena oprema. U radu je opisano i rešavanje problema asinhronog otklona pojedinih faza i zaštitne užadi zbog vremenskih uslova u ovom regionu i velike visinske razlike između provodnika dva dalekovoda, kao i na problematiku koordinacija izolacije na ova dva dalekovoda.

**Ključne reči:** privremena veza, dalekovod, različiti naponski nivoi.

## COMMISSIONING OF THE VOLTAGE 110kV ONE OF THE TWO-CIRCUIT 400kV OVERHEAD LINE BY SETTING A TEMPORARY CONNECTION

This paper is describing commissioning of the voltage 110kV one of the two-circuit 400kV overhead line. Because of the inability of commissioning the entire two-circuit interconnecting 400kV transmission line, and also the reduction of network losses and the improvement of voltage conditions in the area of Southeast Banat, is been made a temporary connection of the 400kV overhead lines no. 463A TS Pančevo 2 - border/TS Rešica and 110kV no. 1002 TS Vršac 2 - TS Bela Crkva, at the place of their crossing. The method of performing this temporary connection, as well as the equipment used for its, has been described in this paper. One of the problems is asynchronous deflection of conductors and earth wires because of to the weather conditions in this region and the large height difference between the conductors of the two transmission lines, as well as the problem of coordination of the isolation on these two transmission lines.

**Key words:** temporary connection, overhead line, different voltage levels.

**R-1.16**

## ISPITIVANJA KVALITETA OSTVARENOG KONTAKTA KONEKTORA ZA NN SKS I PROBLEMI OSTVARIVANJA KVALITETNOG KONTAKTA

Miroljub PETROVIĆ, EPS -TC Kraljevo TO Jagodina,
Darko JOVANOVIĆ, FEMAN d.o.o. Jagodina, Srbija

Analiza problema ostvarivanja kontakta glavnog i odvojnog voda kod konektora za NN SKS-a. U uvodnom delu detaljnije su opisani delovi standarda (SRPS EN 50483-4:2010, TP JP EPS BROJ 8a 2.IZDANJE 10.2015 i NF C 33-020:1998) koje treba da ispuni pribor u pogledu ostvarivanja kontakta sa prikazom testova ispitivanja na ostvarivanje kontakta. U glavnom delu bavimo se nedostacima u konstrukciji konektora. Prvo nedostacima najbitnijeg dela, kontakta konektora. Kod kontakata konektora analiziraćemo različite konstrukcije i to u pogledu oblika,materijala i njegovih osobina. Biće dati rezultati ispitivanjana ostvarivanje kontakta različitih konektora kako bi se videlo kako kontakti utiču na ostvarivanje kvalitetnog spoja glavnog i odvojnog voda. Takođe biće reči i ostalim elementima konektora koji takođe utiču na kvalitet spoja u konektoru. U završnom delu rada prikazane su posledice lošeg spoja konektora koje se javljaju u praksi.

**Ključne reči:** Standardi (TP 8a, SRPS EN 50483-4, NF C 33-020), spoj, kontakti konektora.

## EXAMINATION OF ESTABLISHED CONNECTORS CONTACT QUALITY FOR LV ABC AND A PROBLEM OF ESTABLISHING QUALITY CONTACT

Analysis of the problem of the main and branch line contact with connectors for LV ABC. In the introductory part, parts of the standard are described in more detail (SRPS EN 50483-4: 2010, Review of the technical recommendations of JP EPS No 8a Issue 2 October 2015 and NF C 33-020: 1998) to fulfill the accessories in relation to the realization of the contact with the presentation of the tests to make contact. In the main part we deal with the drawbacks in the construction of the connectors. Firstly, the shortcomings of the most important part, the contact of the connector. In the connector contacts, we will analyze different constructions in terms of the shape, material and its properties. The results will be tested for the realization of the contact of different connectors in order to see how the contacts influence the achievement of the high quality joint of the main and branch lines. It will also be said of the other connector elements that also affect the quality of the connection in the connector. In the final part of the work, the consequences of bad connection of the connectors that occur in practice are shown. +381652300040

**Keywords:** Standards (TP 8a, SRPS EN 50483-4, NF C 33-020), connection, connector contacts.

**R-1.17**

## PRORAČUN STRUJNOG OPTEREĆENJA VISOKONAPONSKIH KABLOVA USLED UTICAJA TOPLOVODA U BETONSKOM KANALU

Miladin TANASKOVIĆ, Honorarni konsultant, Beograd, Srbija

U prošlosti, različiti cenjeni analitički pristupi su bili posvećeni razmatranju ustaljenoj cikličnoj promeni opterećenja. U mnogim slučajevima u praksi, analitički pristupi obezbeđuju dobre odgovore. Ipak, idealizacije uvedene u modelovanju različitih konstrukcionih detalja i materijala, neminovne u analitičkim pristupima, odražavaju se donekle na dobijene rezultate. Detaljno modelovanje kablovskog rova obezbeđuje metoda konačnih elemenata. Model konačnih elemenata, za proračun strujnog opterećenja podzemnih kablova, uzima u obzir isušivanje zemljišta, odvođenje toplote pomoću strujanja sa površine zemlje i efekte zračenja i zagrevanja površine zemlje od Sunca. Cilj ovog članka je da prikaže rezultate proračuna dozvoljenih strujnih opterećenja

kablovskih vodova 110kV sa čvrstim dielektrikom XHE 49-A 3x(1x1000 mm$^2$) 110/64kV, položenih u zemlju paralelno sa toplovodom u betonskom kanalu, za normalni pogon sa trajnim strujnim opterećenjem. Proračuni su urađeni primenom IEC metode sa zamenom toplovoda ekvivalentnim cilindrom i primenom metode konačnih elemenata. U oba metoda proračuna uvažava se samo da toplovod u betonskom kanalu utiče na energetski kabl, dok se uticaj energetskog kabla na toplovod zanemaruje. Zbog toga, na graničnim površinama betonskog kanala temperatura je modelovana sa konstantnom vrednošću.

**Ključne reči:** kablovi visokog napona, strujno opterećenje, toplovod u betonskom kanalu, metod konačnih elemenata.

## CALCULATION OF THE LOADING CAPACITY OF HIGH VOLTAGE CABLES DUE TO INFLUENCE OF HEAT PIPELINES IN CONCRETE DUCT

In the past, various valuable analytical approaches have been elaborated addressing the stationary cyclic variation of load. In most of the cases in practice, the aforementioned approaches provide good answers. However, the idealizations introduced in modelling various structural details and materials, inevitable in analytical approaches, reflect to some extent upon the obtained results. The finite element model, for the calculation of the loading capacity of underground cables, taking into account the soil drying out, heat transfer by convection from the soil surface and radiation and solar heating effects. The aim of this article is to present the results of a calculation of allowed load current of cable lines 110kV with dielectric of crosslinked polyethylene XHE 49-A 3x(1x1000 mm2) 110/64kV, laid in the ground parallel with the heat pipelines in concrete duct, for the cables with continuous current for normal operation. Calculations were performed using IEC method with replacement of the heat pipelines in concrete duct with an equivalent cylinder and the finite element method. In both methods of calculation, only the heat pipe in the concrete duct affects the power cable, while the influence of the power cable on the heating system is ignored. Therefore, on the boundary surfaces of the concrete duct the temperature is modelled with a constant value.

**Keywords:** High Voltage cables, loading capacity, heat pipelines in concrete duct, Finite Element Method.

**R-1.18**

## POREĐENJE PRORAČUNATIH I IZMERENIH VREDNOSTI INDUKOVANIH STRUJA U ELEKTRIČNOJ ZAŠTITI 110kV KABLA

Ivana MITIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Elektromreža Srbije A.D.,
Mirko BOROVIĆ, Miloš SPAIĆ, Elektromreža Srbije A.D., Srbija

U radu je izvršen proračun indukovanih struja u električnoj zaštii na konkretnom primeru 110kV kablovskog voda. Vrednost ove struje može biti značajana, što za posledicu ima dodatno zagrevanje kabla i samim tim smanjenje trajno dozvoljenog strujnog opterećenja. U radu je predstavljen matematički model za proračun indukovanih struja, a u proračunu su uzete u obzir i vrtložne i cirkulacione struje. Proračun je izvršen u zavisnosti od karakteristika električne zaštite, uslova polaganja i načina izvođenja i povezivanja električne zaštite na konkretnom primeru 110kV kablovskog voda. Izmerene su indukovane struje u električnoj zaštiti na postojećem vodu za koji je urađen proračun, a zatim i poređenje izmerenih i proračunatih rezultata, čime je verifikovan predstavljeni matematički model.

**Ključne reči:** kabl, električna zaštita, indukovana struja.

## COMPARATION OF THE CALCULATED AND MEASURED VALUE INDUCED CURRENT IN THE METAL SHEATH OF 110kV CABLE

This paper is describing calculation of the induced currents in the metal sheath for a specific case of 110kV cable. The value of this current can be significant. Which, as a consequence, can causes additional heating of the cable and decrease of the cable current capacity. In this paper is been presented a mathematical model for the induced current calculation, and this calculation will take into consideration capacitance and eddy current. The calculation is performed depending on the characteristics of the metal sheath, the conditions of laying and the way of executing and connecting the metallic sheath on the specific case of 110kV cable line. Induced currents in metal sheet is been measured in the existing modeled 110kV cable and comparation of the calculated and measured results is made, which verify the presented mathematical model.

**Key words:** cable, metal sheath, induced current.

## МОДЕЛОВАЊЕ АУТОМАТСКЕ РЕГУЛАЦИЈЕ НАПОНА ПОМОЋУ РЕГУЛАТОРА НАПОНА НА СРЕДЊЕНАПОНСКИМ ИЗВОДИМА 10kV ОГРАНАКА АРАНЂЕЛОВАЦ - ПОГОН ТОПОЛА
## MODELOVANJE AUTOMATSKE REGULACIJE NAPONA POMOĆU REGULATORA NAPONA NA SREDNJENAPONSKIM IZVODIMA 10kV OGRANAKA ARANĐELOVAC - POGON TOPOLA

Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS Tehnički odsek Aranđelovac, Srbija
Rastko KOSTIĆ, Elektrotehnički Institut “Nikola Tesla” Beograd, Srbija

Rad obrađuje rešavanje problema pada napona većeg od dozvoljenog na srednjenaponskim izvodima 10kV ugradnjom automatskog regulatora napona. Na određenim deonicama izvoda pojavljuju se padovi napona veći od dozvoljenih, iz razloga velike dužine voda, malih preseka provodnika ili dotrajalosti mreže. Ovi padovi napona u normalnom uklopnom stanju mogu se smanjiti na više načina, rekonstrukcijom dalekovoda, izgradnjom novih EEO, kompenzacijom reaktivne energije ili ugradnjom regulatora napona (autotransformatora). U radu je obrađena primena regulatora napona u cilju poboljšanja naponskih prilika na predmentnim delakovodima, sa izradom modela na konkretnim dalekovodima, i analizom energetskih veličina (napona, struje, gubitaka), sa i bez regulatora. Izvršena je i uporedba više načina smanjenja padova napona, ugradnjom regulatora napona, rekonstrukcijom dalekovoda i izgradnjom novih EEO.

**Ključne reči:** regulator napona, srednjenaponski izvod, automatska regulacija.

## MODELING OF AUTOMATIC VOLTAGE REGULATION ON 10kV MIDLEVOLTAGE FEEDERS IN THE DISTRIBUTION AREA OF ARANDJELOVAC-POGON TOPOLA

The paper presents solution for voltages below prescribed value on 10kV midlevoltage feeders in the distribution area of Arandjelovac - department Topola by implementing automatic voltage regulators. On farthest sections of distribution feeders there are voltage drops higher then alowed, coused by length of feeders, small crossections of lines, high loads or decrepit of network. These low voltage problems in normal operational state can be solved in several ways: by reconstructions of lines, by construction of new power facilities, by reactive power compensations or by integrating voltage regulators (autotransformers).

This paper present application of voltage regulators in order to improve the poor voltage conditions on the subject lines, and analises of electrical parameters (voltage, current and losses), with and without installed voltage regulators. Comparison of several ways of reducing voltage drops, by installation of regulators, by reconstruction of lines and construction of new power facilities has been performed.

**Key words:** voltage regulators, midlevoltage feeder, automatic voltage regulation.



## SKLOPNI PRENAPONI NA PREKIDAČIMA USLED ISKLJUČENJA STRUJE KVARA – SLUČAJ PRIKLJUČENJA INDUKCIONOG GENERATORA NA DISTRIBUTIVNU MREŽU

Dragan ĆETENOVIĆ, Vladica MIJAILOVIĆ, Aleksandar RANKOVIĆ
Fakultet tehničkih nauka Čačak, Srbija

Sklopne operacije prekidačima su praćene brzim prelaznim procesima koji mogu dovesti do pojave prenapona u mreži, što je važno imati u vidu prilikom dimenzionisanja izolacije. Sklopne operacije su česte aktivnosti u radu elektroenergetskog sistema, karakteristične i za normalna pogonska stanja i za stanja sa kvarom. Izolacija treba da bude odabrana tako da podnese prenapone

koji se mogu javiti nakon svake sklopne operacije prekidačem, bilo da je operacija izvršena u normalnom pogonu ili u cilju otklanjanja kvara.

Zahtevi za povećanjem učešća obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije ukazuju na budući porast stepena integracije distribuiranih generatora u elektrodistributivnu mrežu. U ovom radu su analizirani sklopni prenaponi koji se mogu javiti na prekidaču prilikom isključenja kvara u distributivnoj mreži sa priključenom distribuiranom proizvodnjom. Analiza je urađena za slučaj priključenja na srednjenaponski i niskonaponski distributivni vod, pri čemu je u maloj elektrani instaliran indukcioni generator. Indukcioni generator je odabran da bude najveće dozvoljene snage za datu tačku priključenja. Analiza sklopnih prenapona je sprovedena za prekidač na početku distributivnog voda i spojni prekidač u maloj elektrani.

**Ključne reči**: sklopni prenaponi, prekidač, indukcioni generator, distributivna mreža, kratak spoj.

## TRANSIENT OVERVOLTAGES ON CIRCUIT BREAKERS AFTER FAULT CLEARANCE - CASE OF INDUCTION GENERATOR CONNECTION TO THE DISTRIBUTION NETWORK

Switching operations are followed by fast transient processes that can cause occurrence of overvoltages in the network, which are important for dimensioning of insulation. Switching operations are frequent activities in the operation of the electric power system, characteristic for normal and abnormal operating conditions. The insulation should be selected to handle overvoltages that may occur after each switching operation, whether the operation is undertaken during normal conditions or in order to eliminate the fault.

Demands for increasing the contribution of renewable energy resources in total electricity production indicate a future increase in the degree of integration of distributed generators into the electrical distribution network. This paper analyzes transient overvoltages that can occur on the circuit breaker after clearing a fault in the distribution network with connected distributed generator. The analysis is performed when distributed generator is connected to the medium voltage and low voltage distribution line. Type of generator used in a small power plant is induction. Rated power of induction generator is equal to the hosting capacity for the given point of common coupling. The analysis of transient overvoltages is performed for the circuit breaker in the substation and for the circuit breaker at the point of generator connection.

**Key words**: transient overvoltages, circuit breaker, induction generator, electrical distribution network, short-circuit.

**R-1.21**

## ANALIZA PRENAPONA PRI OPERACIJAMA VAKUUMSKIH SKLOPNIH APARATA I MOGUĆNOSTI ZA NJIHOVO OGRANIČENJE

Ranko JASIKA, Jovan MRVIĆ, Ninoslav SIMIĆ, Stefan OBRADOVIĆ, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla" a.d., Beograd, Goran LEPOVIĆ, Siemens d.o.o. Beograd, Srbija

U radu su analizirani prelazni režimi uzrokovani radom vakuumskih sklopnih aparata. Vakuumski prekidači imaju vrlo dobre prekidne karakteristike, što im omogućuje prekidanje i visokofrekventne komponente struje pri njenom prolasku kroz nulu. Prekidanje visokofrekventnih struja može dovesti do pojave prenapona sa velikim strminama koje prvenstveno naprežu međunavojnu izolaciju transformatora i motora. Da bi se procenila verovatnoća takvih prelaznih procesa i odredio nivo mogućih prenapona, u programskom alatu EMTP/ATP formiran je model vakuumskog prekidača i odgovarajuće mreže na kojima su sprovedene simulacije. Cilj sprovedene analize je donošenje opštih zaključaka o nivoima prenapona koji se mogu javiti pri radu vakuumskih prekidača i pregled mogućih mera za njihovo ograničenje.

**Ključne reči:** vakuumski prekidač, EMTP/ATP, skloni prenaponi, sečenje struje.

## OVERVOLTAGE TRANSIENT ANALYSIS DUE TO VACUUM CIRCUIT BREAKER SWITCHING AND POSSIBILITIES FOR THEIR MITIGATION

In this paper are presented transient overvoltages caused by vacuum circuit breaker operation. Vacuum circuit breaker have excellent interruption characteristic, and can interrupt the high frequency currents when these passes through zero. The interruption of these high frequency currents can lead to the occurrence of very fast front overvoltages, that could primarily damage the inter-turn insulation of transformers and motors. In order to estimate the probability of such transients and determine the level of possible overvoltages, in program tool EMTP/ATP, circuit breaker model and corresponding network has been developed. The objective of

the performed analysis is reaching general conclusions on the levels of overvoltages which may occur during vacuum circuit breaker switching and review possibilities for their mitigation.

**Keywords:** vacuum circuit breaker, EMTP/ATP, switching overvoltages, current chopping.

**R-1.22**

## ZAGREVANJE TRANSFORMATORA – IDENTIFIKACIJA PROCESA PRIMENOM ARX MODELA

Nada VRCELJ, Žarko JANDA, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla" a.d. Beograd,
Dušan VUKOTIĆ, „ODS EPS Distribucija" Beograd d.o.o., Srbija

Simulacijama odgovarajućih pogonskih stanja distributivnih mreža značajno se unapređuju analize njihovih eksploatacionih mogućnosti. Na kvalitet rezultata, pored metodologije koja se primenjuje u analizama, najveći uticaj ima kvalitet samog modela, odnosno uvažavanje odgovarajućih pogonskih uslova svakog elementa koji se modeluje.

S obzirom da se najčešće modeluju granična pogonska stanja kao što su minimalno i maksimalno opterećenje mreže, pri proračunima tokova snage i naponskih prilika je vrlo važno uvažiti temperaturu ambijenta, odnosno pogonsku temperaturu elemenata mreže. Za dalekovode se temperatura ambijenta i zagrevanje usled opterećenja obično uvažavaju preračunavanjem podužne električne otpornosti za svaki tip provodnika i za svako stanje koje se modeluje. Za transformatore je zbog kompleksnosti konstrukcije i nelinearnosti procesa koji se odvijaju tokom zagrevanja i hlađenja namotaja transformatora potrebno definisati odgovarajući termički model.

Kako je većina transformatorskih stanica u distributivnoj mreži integrisana u odgovarajući sistem merenja i upravljanja, dostupna su petnaestominutna merenja električnih veličina, kao i temperature: ambijenta, namotaja transformatora i ulja u transformatorskom sudu. Korišćenjem ovih podataka i dostupnih softverskih alata za identifikaciju procesa mogu se definisati jednostavni termički modeli energetskih transformatora pogodni za praktičnu analizu eksploatacionih mogućnosti, bez detaljne analize procesa u samom transformatoru.

Za analize čiji su rezultati prikazani u ovom radu je korišćen ARX matematički model i softverski alat za identifikaciju procesa softverskog paketa MATLAB.

Ključne reči: energetski transformatori, ARX model, identifikacija termičkog procesa.

## HEATING OF TRANSFORMER - PROCESS IDENTIFICATION BY USING ARX MODEL

By simulating the appropriate power distribution network operating points the analysis of their exploitation capabilities is significantly improved. Beside the methodology used in the analyses, the greatest impact to the quality of results obtained has the accuracy of the model itself, or in other words it is necessary to respect the real driving conditions of each element being modeled.

Since extreme operating conditions such as minimum and maximum network load are usually modeled, when calculating power flow and voltage distributon across the network, it is important to take into account the ambient temperature influence and the operating temperature of the network elements. For transmission lines, ambient temperature and load heating are usually taken into account by calculating electrical resistance for each type of conductor. Due to the complexity of the construction and non-linearity of the processes that take place during the heating and cooling of the transformer windings, it is necessary to define the appropriate practical thermal model for power transformers.

Since the most of the power transformer stations in the distribution network are integrated into the some distributed remote measurement and control system, electrical values sampled after fifteen minute interval as well as the ambient temperature, transformer windings and oil temperature are readily available. Using these data and developed software tools to identify the process, simple practical thermal models of power transformers can be identifed, without performing a detailed power transformer nonlinear thermal analysis.

For the purpose of analysis whose results are presented in this paper, the ARX mathematical model and software tool for identification of the processes of the software package MATLAB are used.

**Key words**: power transformers, ARX model, thermal model identification.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



# МЕХАНИЧКИ ПРОРАЧУН УЖАДИ НАДЗЕМНИХ ВОДОВА НА АНДРОИД УРЕЂАЈИМА – РЕАЛИЗАЦИЈА И ПРИМЕНА
# MEHANIČKI PRORAČUN UŽADI NADZEMNIH VODOVA NA ANDROID PLATFORMI – REALIZACIJA I PRIMENA

Никола ПАВЛОВИЋ, ЕПС Дистрибуција Краљево, Србија

У овом раду представљен је програм за механички прорачун ужади надземних водова, реализован кроз *android* апликацију под називом *„MPU“.*

Поступак механичког прорачуна ужади је добро познат и постоје бројни софтверски алати који га извршавају. Намена овог програма – *android* апликације, је да инжењерима омогући непосредно извођење механичког прорачуна док су још на терену, упоредо са њиховим оперативним активностима на снимању трасе далековода. Дакле, елиминише се потреба за повратком у канцеларију ради приступа десктоп рачунару, CAD програму и специјализованим програмским додацима за механичке прорачуне и цртање ланчаница. На лицу места се проверава идејно решење и контролише испуњеност техничких прописа. Довољан је само паметан телефон или таблет, а он је практично увек при руци.

На тај начин се смањује време потребно за извршавање радних задатака који се односе на проверу сигурносних висина проводника надземних водова, контролу напрезања и угиба при укрштању далековода, и сл. Током снимања предметне ситуације на терену (мерења растојања, кота, стационажа и сл.), корисник ове апликације може паралелно да у њу уноси параметре механичког прорачуна, и да на основу резултата, на лицу места, одреди да ли је нпр. укрштање два далековода задовољава сигурносне висине, или да ли ће се уметањем новог стуба у постојећу трасу вода решити проблем преласка далековода преко неког стамбеног објекта, и сл. Тиме корисник апликације директно на терену проверава да ли конкретно решење задовољава прописе и унапред задате услове, и у зависности од тога усваја решење или наставља са снимањем терена тражећи ново.

Апликација се састоји из неколико независних целина – модула, а свака од њих извршава конкретан прорачун. Добијени резултати се могу сачувати и по потреби послати (нпр. налогодавцу радног задатка) мејлом или смс поруком.

За преузимање апликације и демонстрацију њених тренутних могућности и начина на који се користи, посетите линк: https://rebrand.ly/mpu . Апликација је на српском језику, без рекламних садржаја.

**Кључне речи:** проводник, угиб, напрезање, ланчаница, *android*.

# OVERHEAD POWERLINE CONDUCTOR'S MECHANICAL CALCULATION ON AN ANDROID PLATFORM – IMPLEMENTATION AND APPLICATION

Nikola PAVLOVIĆ, EPS Distribucija Kraljevo, Serbia

In this paper, I want to introduce a program for the mechanical calculation of overhead powerline conductors, which I developed through *android* application named *"MPU"*.

The purpose of this program, that is, the *android* application, is to enable engineers to perform calculations while still on the field, along with their activities on data acquiring. Thus, the need for returning to the office in order to use the desktop computer, some CAD program and specialized program add-ons for mechanical calculations and catenary drawing, is eliminated. The solution concept, and its compliance to technical regulations, is checked on the field. Just a smart phone or tablet is needed, and that is practically always available.

This reduces the time required to carry out work tasks related to checking of overhead conductor's safety heights, controlling the tensions and sags when transmission lines cross each other, etc. On the field, during data acquisition, user can in parallel feed-in application with parameters, and based on the results, determine whether for example – the crossing of two transmission lines is carried out in the prescribed manner, or whether the new pillar insertion, in the existing powerline route, will solve the problem of transmission line crossing over a residential building, etc. By doing this, the user of the application directly on the field checks whether a particular solution meets the rules and conditions in advance, adopting the solution or continue searching for a new one.

The application consists of several parts, and each of them executes a concrete calculation for the parameters entered. The results obtained can be saved and, if necessary, sent (for example to those who ordered the assignment) by email or sms message.

To download the app and see demonstration of its current features and user manual, please visit the link below: https://rebrand.ly/mpu. The application is in Serbian language, without any advertising content.

**Key words:** conductor, sag, tension, catenary, *android.*

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## ANALIZA RASPODELE ELEKTRIČNOG I MAGNETSKOG POLJA U OKOLINI MEŠOVITOG (VIŠESISTEMSKOG) VODA

Karolina KASAŠ-LAŽETIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
Slobodan LOLIĆ, Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad
Andrija MITROVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Nikola ĐURIĆ
Miroslav PRŠA, penzionisan prof. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

U ruralnim sredinama se često koriste mešoviti nadzemni vodovi, u kojima se na istim stubovima nalaze srednjenaponski i niskonaponski trofazni vod. Mešoviti nadzemni vod postavljen duž saobraćajnica u naseljenim mestima, stvara električno i magnetsko polje, čije prisustvo može da utiče na ljude i žive organizme koji mogu da se nađu u njima. Vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja i vektora magnetske indukcije ne smeju da pređu granične vrednosti određene Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućim zračenjima. Iz tog razloga, u radu je izvršena analiza raspodele električnog i magnetskog polja u okolini mešovitog nadzemnog voda, za slučaj kada se najniži fazni provodnik nalazi na sigurnosnoj visini od 6 m. Kao strujno opterećenje su uzete nominalne struje, definisane za posmatrane poprečne preseka korišćenih provodnika.U okviru rada su izvršeni proračuni, sa ciljem da se utvrdi uticaj rasporeda faza potencijala provodnika i vektora gustine struje u provodnicima sistema na raspodelu električnog i magnetskog polja. Prvo je posmatran srednjenaponski vod. Pri faznom stavu koji je dao najveće vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja i vektora magnetske indukcije, dodat je niskonaponski vod i izvršena je dodatna analiza uticaja faznih stavova niskonaponskih provodnika.Pokazano je da fazni stavovi utiču na prostornu raspodelu električnog polja i intenziteta vektora magnetske indukcije i određeni su najnepovoljniji rasporedi faza, koji daju najveće vrednosti intenziteta vektora jačine električnog polja i vektora magnetske indukcije. Uočeno je, da srednjenaponski vod ima dominantan uticaj na raspodelu električnog polja, dok prisustvo niskonaponskog voda pri određenom faznom stavu može da poveća intenzitet vektora magnetske indukcije i do tri puta.Svi proračuni su izvršeni numerički, koristeći programski paket COMSOL Multiphysics, na pojednostavljenom, dvodimenzionalnom modelu mešovitog voda.

**Ključne reči:** Mešovit vod, vektor jačine električnog polja, vektor magnetske indukcije, raspored faza, ekologija.

## ANALYSIS OD ELECTRIC AND MAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN VICINITY OF MIXED (MULTISYSTEM) POWER LINE

Mixed overhead power lines are frequently applied in rural environments. In these systems, both, the medium and the low voltage three phase conductors are placed on the same towers. Mixed overhead lines, with routes running along the roads in urban areas, produce electric and magnetic field, which could produce some harmful health-effects on the nearby population. The magnitude of the electric field strength vector and the magnetic flux density vector must not exceed the exposure limits, established in Guidelines on limits of exposure to non-ionizing radiation. For this reason, this paper analyses the electric and magnetic field distribution in vicinity of mixed overhead power line, when the lowest phase conductor is at the safety high of 6 m. As current loads, the nominal currents are taken into account, in accordance with applied conductors cross sections. The calculations were carried out in order to determine the influence of potential phase arrangement as well as the current phase shifts on the variation of electric and magnetic field distribution. In the first step, only the medium voltage system was taken into consideration. After finding the potential phase arrangements and current phase shift, for the phase arrangement which produces the highest values of electric field strength vector and magnetic flux density vector magnitudes, the low voltage system was added to the existing system. After that, an additional analysis of phase shift variation in low voltage system was investigated. The presented results reveal that the electric field strength vector and magnetic flux density vector magnitudes below the conductors depend on conductors phase sequence arrangements. The worst phase arrangement was determined, for the highest level of electric field strength vector and magnetic flux density vector magnitude. The present study showed that the medium-voltage line has a dominant influence on electric field distribution, while the presence of low-voltage power system at a certain phase arrangement can increase the magnetic flux density vector magnitude nearly up to three times. All calculations were computed applying COMSOL Multyphisics software, on a simplified, two-dimensional model of mixed power line.

**Keywords:** Mixed power line, electric field vector, magnetic flux density vector, phase arrangement, ecology.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## SF6 – TEHNIČKA SVOJSTVA I UTICAJ NA OKOLINU

Bogdan PETROVIĆ, J.P. EPS – ODS EPS Distribucija – Ogranak ED Subotica
Siniša SPREMIĆ, J.P. EPS – Tehnički centar Novi Sad - Sektor održavanja EEO VN i MM, Srbija

Sumpor heksafluorid ($SF_6$) je gas koji je od 1960-ih godina našao primenu u elektrotehnici za izolaciju i gašenje luka prvenstveno zahvaljujući izuzetnim izolacionim svojstvima i toplotnoj provodljivosti. Najviše se primenjuje u gasom izolovanim postrojenjima i prekidačima visokog napona gde se koristi i za izolaciju i za gašenje luka. Česta je primena u srednjenaponskim postrojenjima gde se zbog potrebe smanjenja veličine postrojenja koristi samo za izolaciju dok se za gašenje luka koristi vakuum. Prikazana su fizička, hemijska i električna svojstva $SF_6$ gasa. Razlaganjem gasa prilikom gašenja luka reaguje sa prisutnim metalom, ugljenikom, kiseonikom i vodom stvarajući kiseline i jedinjenja koja mogu biti otrovna. Zbog toga se prilikom rada u postrojenjima ili na uređajima koji sadrže $SF_6$ treba pridržavati mera zaštite na radu koje se odnose na $SF_6$ i jedinjenja nastala razlaganjem. $SF_6$ ne utiče na ozonski omotač. Kyoto protokol određuje $SF_6$ gasom koji utiče na globalno zagrevanje i koji ima globalni potencijal zagrevanja 22800 puta veći od ugljen dioksida. Prikazane su važne stavke standarda koji određuju svojstva novog $SF_6$ gasa i opreme koja ga sadrži, a takođe određuju način rukovanja kao i proveru i tretman $SF_6$ gasa uzetog iz električne opreme. Posebna pažnja se posvećuje rukovanju $SF_6$ gasom kako bi se što manja količina ispuštala u okolinu. Korišćenjem različitih uređaja su moguća ispitivanja na terenu pojedinačnih ili sva tri svojstva novog ili korišćenog $SF_6$. Takođe je moguće i laboratorijsko ispitivanje. Zbog uticaja $SF_6$ na globalno zagrevanje vrše se istraživanja novih materijala koji neće imati uticaj na globalno zagrevanje. Za praćenje jednog od svojstava $SF_6$ gasa napravljeni su i uređaji za on line praćenje tačke rose (dew point). Provera curenja se može vršiti posebnim uređajima koji otkrivaju prisustvo $SF_6$ gasa. Signalizacija curenja se može vršiti meračima pritiska (manometrima) koji imaju kontakte za daljinsku signalizaciju i koji pored toga mogu imati i skalu za vidnu proveru vrednosti pritiska na licu mesta.

**Ključne reči:** $SF_6$, izolacija, gašenje luka, globalno zagrevanje, razlaganje.

## SF6 – TECHNICAL CHARACTERISTICS AND ENVIRONMENT IMPACT

Since 1960's Sulphur hexafluoride ($SF_6$) found application in electrotechnic for insulation purposes and arc quenching primariliy due exceptionally insulation property and thermal conductivity. It is most commonly used in Gas Insulated Substations (GIS) and High Voltage (HV) circuit breakers where it is used as insulator and for arc quenching. Frequently it is used in Middle Voltage (MV) installations in cases with need to reduce size of installation or device where it is used as insulator while vacuum is used for arc quenching. Physical, chemical and electrical properties of $SF_6$ are showed. Gas decomposition during arc quenching react with present metal, carbon, oxygen and water thus creating acidly products and products which may be toxic. This is the reason to use working safety measures related to $SF_6$ and decomposition products when working on installations and devices which contain $SF_6$. $SF_6$ is not impacting the Ozone. Kyoto protocol defines $SF_6$ as gas which has influence on global warming and which has Global Warming Potential (GWP) 22800 times higher than carbon dioxide. Important items of standards which define properties of new $SF_6$ and equipment which contain $SF_6$ and also define $SF_6$ handling, checking and treatment of $SF_6$ taken from electrical equipment are shown. Special attention is dedicated to $SF_6$ handling in order to minimize releasing of $SF_6$ in environment. On-site testing of single property or all three properties of new and used $SF_6$ using devices is possible. Laboratory testing is possible, too. Because of $SF_6$ influence on global warming researches of new materials with no influence on global warming are being carried out. In order to check one of $SF_6$ properties devices for on-line monitoring of dew point were made. Leakage remote control is possible with pressure gauges which have contacts for remote signaling and which could have scale for on-site visual control of pressure value.

**Key words:** $SF_6$, insulation, arc quenching, global warming, decomposition.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



# НИВОИ МАГНЕТСКЕ ИНДУКЦИЈЕ У ЗОНАМА ПОВЕЋАНЕ ОСЕТЉИВОСТИ У ОКОЛИНИ ТРАНСФОРМАТОРСКИХ СТАНИЦА НАПОНСКОГ НИВОА 10/0,4kV И 20/0,4kV
# NIVOI MAGNETSKE INDUKCIJE U ZONAMA POVEĆANE OSETLjIVOSTI U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA NAPONSKOG NIVOA 10/0,4kV I 20/0,4kV

Маја ГРБИЋ, Александар ПАВЛОВИЋ, Дејан ХРВИЋ, Момчило ПЕТРОВИЋ
Универзитет у Београду, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, Република Србија

У раду су анализирани нивои магнетске индукције индустријске учестаности који се јављају у зонама повећане осетљивости у околини трансформаторских станица напонског нивоа 10/0,4kV и 20/0,4kV. Анализа је заснована на резултатима мерења магнетске индукције у зонама повећане осетљивости у околини већег броја трансформаторских станица поменутих напонских нивоа, која су спроведена у периоду након ступања на снагу Закона о заштити од нејонизујућих зрачења и пратећих правилника. У циљу процене изложености становништва нејонизујућем зрачењу, добијени резултати су упоређени са референтним граничним нивоом прописаним за зоне повећане осетљивости, који за магнетску индукцију износи 40 μT. Циљ спроведене анализе је доношење општих закључака о нивоима магнетске индукције који се могу јавити у околини поменутих трансформаторских станица, као и оцењивање усаглашености ових нивоа са националном регулативом из области заштите становништва од нејонизујућих зрачења.

**Кључне речи:** трансформаторска станица 10/0,4kV и 20/0,4kV, нејонизујуће зрачење, магнетска индукција, зона повећане осетљивости.

# LEVELS OF MAGNETIC FLUX DENSITY IN AREAS OF INCREASED SENSITIVITY IN THE VICINITY OF 10/0.4kV AND 20/0.4kV SUBSTATIONS

Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Dejan HRVIĆ, Momčilo PETROVIĆ
Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd, Srbija

The levels of power frequency magnetic flux density which occur in areas of increased sensitivity located near 10/0.4kV and 20/0.4kV substations are analyzed in this paper. The analysis is based on the results of magnetic flux density measurements in areas of increased sensitivity in the vicinity of a considerable number of substations of the aforementioned voltage levels carried out after the Law on Protection from Non-Ionizing Radiation and accompanying regulations had come into effect. With the purpose of estimating the exposure of the general public to non-ionizing radiation, the obtained results were compared to the reference level prescribed for areas of increased sensitivity, which amounts to 40 μT for magnetic flux density. The objective of the performed analysis is reaching general conclusions on the levels of magnetic flux density which may occur in the vicinity of the abovementioned substations, as well as an evaluation of compliance with the national regulations on protection of the general public from non-ionizing radiation.

**Keywords:** 10/0.4kV and 20/0.4kV substation, non-ionizing radiation, magnetic flux density, area of increased sensitivity.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## АНАЛИЗА НИВОА МАГНЕТСКЕ ИНДУКЦИЈЕ У СТАНУ ИЗНАД ДИСТРИБУТИВНЕ ТРАНСФОРМАТОРСКЕ СТАНИЦЕ НАПОНСКОГ НИВОА 10/0,4kV ПРЕ И ПОСЛЕПРИМЕНЕ МЕРА ЗАШТИТЕ
## ANALIZA NIVOA MAGNETSKE INDUKCIJE U STANU IZNAD DISTRIBUTIVNE TRANSFORMATORSKE STANICE NAPONSKOG NIVOA 10/0,4kV PRE I POSLEPRIMENE MERA ZAŠTITE

Маја ГРБИЋ, Александар ПАВЛОВИЋ
Универзитет у Београду, Електротехнички институт „Никола Тесла”, Београд, Република Србија

У раду су приказани резултати мерења магнетске индукције у стану који се налази изнад трансформаторске станице напонског нивоа 10/0,4kV. Приликом првог испитивања нивоа нејонизујућег зрачења у поменутом стану измерени су значајни нивои магнетске индукције. На основу односа назначене струје трансформатора и струје у време мерења закључено је да би вредности магнетске индукције у делу стана који се налази непосредно изнад трансформаторске станице прекорачиле референтни ниво од 40 μT у случају оптерећења трансформатора назначеном струјом. На основу распореда опреме у трансформаторској станици и просторне расподеле магнетске индукције у стану закључено је да су доминантан извор магнетског поља у стану представљале шинске везе које су повезивале трансформатор и развод напонског нивоа 0,4kV, које су се налазиле у близини плафона трансформаторске станице, тј. непосредно испод пода стана у коме су вршена испитивања. У циљу смањења вредности магнетске индукције у стану, примењене су мере заштите које су подразумевале замену поменутих шинских веза кабловским водовима који се простиру по поду просторије и постављање неколико заштитних екрана унутар трансформаторске станице. Након спровођења описаних мера заштите, испитивања магнетске индукције у стану су поновљена у циљу провере ефикасности ових мера. Резултати испитивања магнетске индукције пре и након примене мера заштите детаљно су приказани и анализирани.

**Кључне речи:** трансформаторска станица 10/0,4kV, нејонизујуће зрачење, магнетска индукција, мера заштите, зона повећане осетљивости.

## ANALYSIS OF MAGNETIC FLUX DENSITY LEVELS IN AN APARTMENT LOCATED ABOVE A 10/0.4kV SUBSTATION BEFORE AND AFTER THE IMPLEMENTATION OF MITIGATION TECHNIQUES

Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd

The results of magnetic flux density measurements carried out in an apartment located above a 10/0.4kV substation are presented in this paper. During the first testing of non-ionizing radiation levels in the apartment, significant magnetic flux density levels were measured. On the basis of the ratio of the rated current to the current at the time of measurements, it was concluded that magnetic flux density values in the room of the apartment located directly above the substation would exceed the prescribed reference level of 40 μT in the case when the transformer is under the rated load conditions. Based on the equipment layout in the substation and the spatial distribution of the magnetic flux density in the apartment, it was concluded that the main source of the magnetic field in the apartment were the busbars, located near the ceiling of the substation, i.e. directly beneath the floor of the said apartment, connecting the transformer and the 0.4kV switchboard. In order to reduce the magnetic flux density levels in the apartment, mitigation techniques entailing substitution of the busbars with cables placed on the floor of the substation, as well as installation of several metal shields inside the substation, were implemented. After the described mitigation techniques had been implemented, magnetic flux density testing in the apartment was repeated in order to ascertain the efficiency of these techniques. The results of magnetic flux density testing performed before and after the implementation of the mitigation techniques are presented in detail and analyzed.

**Keywords:** 10/0.4kV substation, non-ionizing radiation, magnetic flux density, mitigation technique, area of increased sensitivity.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-1.28**

## НИВОИ НЕЈОНИЗУЈУЋИХ ЗРАЧЕЊА У ОКОЛИНИ ТРАНСФОРМАТОРСКИХ СТАНИЦА 110/10kV СА ПОСТРОЈЕЊИМА ИЗОЛОВАНИМ ГАСОМ $SF_6$ У ДИСТРИБУТИВНОМ ПОДРУЧЈУ БЕОГРАД
## NIVOI NEJONIZUJUĆIH ZRAČENJA U OKOLINI TRANSFORMATORSKIH STANICA 110/10kV SA POSTROJENJIMA IZOLOVANIM GASOM $SF_6$ U DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRAD

Милица ТАУШАНОВИЋ, Добривоје СТАНОЈЕВИЋ
ОДС „ЕПС Дистрибуција" д.о.о., Београд, Република Србија
Дејан ХРВИЋ, Маја ГРБИЋ, Александар ПАВЛОВИЋ
Универзитет у Београду, Електротехнички институт „Никола Тесла", Београд, Република Србија

У раду су анализирани нивои нејонизујућег зрачења ниских учестаности у околини трансформаторских станица 110/10kV са постројењимаизолованим гасом $SF_6$, које су смештене у централним градским зонама. У њиховој непосредној околини налазе се стамбени објекти, који се категоришу као потенцијалне зоне повећане осетљивости, као и пословни објекти. Анализа је заснована на резултатима мерења магнетске индукције у околини поменутих трансформаторских станица. На основу измерених вредности магнетске индукције и оптерећења доминантних извора зрачења у тренутку мерења процењена је максимална изложеност особа у случају да извори раде у максималном погонском режиму.

У циљу процене изложености становништва нејонизујућем зрачењу добијене вредности су упоређене са референтним граничним нивоима прописаним у Републици Србији. Циљ спроведене анализе је сагледавање нивоа нејонизујућег зрачења који се могу јавити у околини трансформаторских станица са постројењима изолованим гасом $SF_6$ и провера усаглашености ових нивоа са националном регулативом из области заштите становништва од нејонизујућих зрачења.

**Кључне речи:** трансформаторска станица, $SF_6$, нејонизујуће зрачење, магнетска индукција.

## LEVELS OF NON-IONIZING RADIATION IN THE VICINITY OF 110/10kV SF6 SUBSTATIONS

Milica TAUŠANOVIĆ, Dobrivoje STANOJEVIĆ, ODS „EPS Distribucija" d.o.o., Beograd, Dejan HRVIĆ, Maja GRBIĆ, Aleksandar PAVLOVIĆ, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla", Beograd, Serbia

The levels of power frequency non-ionizing radiation which occur in the vicinity of 110/10kV $SF_6$gas-insulated substations located in urban areas are analyzed in this paper. Residential structures, categorized as potential areas of increased sensitivity, as well as business structures, are located in the vicinity of these substations. The analysis is based on the results of magnetic flux density measurements in the vicinity of $SF_6$ gas-insulated substations. On the basis of the measured values of magnetic flux density and load currents of the main magnetic field sources, the maximum exposure of people, which corresponds to the case when these sources are loaded with their rated load, is estimated.

With the purpose of estimating the exposure of the general public to non-ionizing radiation, the obtained results are compared to the reference levels prescribed in the Republic of Serbia. The objective of the performed analysis is reaching general conclusions on the levels of non-ionizing radiation which may occur in the vicinity of $SF_6$ gas-insulated substations and evaluation of compliance with the national regulations on protection of the general public from non-ionizing radiation.

**Keywords:** substation, $SF_6$, non-ionizing radiation, magnetic flux density.

**Stručna komisija 2:**

**KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA**

Predsednik komisije: Prof. dr Vladimir KATIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, *Srbija*

## IZVEŠTAJ STRUČNOG IZVESTIOCA ZA STK2

Prof. dr Vladimir KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, *Srbija*

U okviru Stručne komisije 2 - Kvalitet električne energije u elektrodistributivnim sistemima CIRED Srbije za XI Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama sa regionalnim učešćem - CIRED Srbije 2018. predloženo je 7 preferencijalnih tema:

1. Kvalitet isporučene el. energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, iskustva.
2. Uređaji i metode za merenje i monitoring kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.)
3. Domaća i evropska tehnička regulativa o kvalitetu električne energije (standardizacija, tehnički propisi i postupci)
4. Uslovi priključenja nelinearnih potrošača i distribuiranih generatora (malih elektrana) - viši harmonici, fliker, nesimetrija, metode eliminisanja.
5. Uticaj nedovoljnog kvaliteta na rad potrošača (tehnički problemi, energetska efikasnost, pouzdanost, finansijski efekti, odnosi sa potrošačima...)
6. Elektromagnetna kompatibilnost, bezbednost i interferencija.
7. Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, poremećaji u uzemljenju i kvalitet električne energije i druge teme.

Za stručnog izvestioca Stručna komisija je odredila prof. dr Vladimira Katića.

U sekretarijat CIRED-Srbije pristiglo je 20 prijava, koje su prihvaćene kao odgovarajuće. Međutim, u predviđenom roku za prijem radova stiglo je 18 kompletnih radova, od kojih je jedan preusmeren na drugu stručnu komisiju. Svi radovi su recenzirani od strane kompetentnih recenzenata, a nakon recenzije, urađenih ispravki od strane autora i diskusije na Stručnoj komisiji, konstatovano je da pristigli radovi imaju visoku stručnu vrenost, pa je svih 17 radova su prihvaćeno da budu izloženi kao referati.

Stručna komisija je referate svrstala po preferencijalnim temama i to 8 radova u prvu, 3 rada u drugu temu, 3 rad u četvrtu i 4 rada u sedmu preferencijalnu temu.

U pripremanju ovog izveštaja stručni izvestilac je koristio zapažanja, komentare i pitanja recenzenata, na čemu im posebno zahvaljujem.

### Preferencijalna tema 1

### Kvalitet isporučene električne energije (kvalitet napona) – viši harmonici, fliker, propadi napona, skokovi napona, kratki prekidi i drugi poremećaji u napajanju potrošača – uzroci, prostiranje, imunitet, eliminisanje, iskustva

#### R-2.01 TROŠKOVI KOD PREKIDA NAPAJANJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA I PRIMENA KOMUTACIONE APARATURE

Autori: Jovan NAHMAN, Beograd, Dragoslav PERIĆ, VIPOS, Valjevo, Srbija

U radu se predlaže način proračuna troškova vezanih za prekide napajanja korisnika distributivnih mreža, kao i ocena pouzdanosti. Dat je pregled i kritički osvrt na način prikupljanja i obrade troškova korisnika kod prekida napajanja u različitim zemljama. Ukazano je na moguća poboljšanja metoda za procenu troškova kod prekida u zavisnosti od vrste, učestanosti i prosečnog trajanja različitih aktivnosti korisnika. Na jednostavnom primeru pokazano je kako utiče primena različite komutacione aparature i vrste korisnika na pokazatelje pouzdanosti i ukupne troškove distributivnog preduzeća usled prekida pogona.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko se prezentovani novi pristup određivanja troškova razlikuje od uobičajene prakse?
2. Koji su kriterijumi primenjeni kod izbora konačnog rezultata proračuna?
3. Da li postoji uticaj konfiguracije distributivne mreže na rezultate dobijene ovom metodom I kako bi se on mogao iskazati?

**R-2.02 METODE ZA PRORAČUN NEISPORUČENE ENERGIJE**

Autori: Miroslav BAČLIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
Suzana BONDOKIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Glavni dispečerski centar, Srbija

U radu je razmatran pokazatelj neisporučene energije (ENS), koji je prevashodno orjentisan ka ispaloj snazi dela mreže i kao takav je dobar da bi se donekle uspostavio balans nad pokazateljima koji uvažavaju samo broj korisnika bez napajanja. Njegovo kvalitetno kvantifikovanje je izazov koji stoji između seta raspoloživih podataka i tačnosti proračuna. Ovde su prikazana tri pristupa načinu proračuna, koja su diskutovana i njhove prednosti i nedostaci iskazani..

Pitanja za diskusiju:

1. U zaključku se konstatuje “Dok se to ne uvede na naše prostore ostaje nam da svako primeni pristup u skladu sa svojim mogućnostima”. Koji pristup određivanju vrednosti neisporučene energije bi bio najadekvatniji, s obzirom na mogućnosti u našoj elektrodistribuciji?
2. Koji pristup određivanju vrednosti neisporučene energije se primenjuje u našoj elektrodistribuciji i koliko on odstupa od nekog koji bi bio najpogodniji?
3. Kako se objašnjavaju velika odstupanja u trećoj i četvrtoj metodi I koji bi bili razlozi za to?

**R-2.03 PRAVI PROBLEMI KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU VOJVODINE**

Autori: Jovan ČARNIĆ, EPS ODS Novi Sad, Radislav MILANKOV, EPS ODS Ogranak Zrenjanin Pogon Kikinda, Srbija

Rad predstavlja izuzetno vredne rezultate merenja nekih parametara kvaliteta električne energije u višegodišnjem periodu na nekoliko mesta prenosne i distributivne mreže. Predstavljen je manji broj rezultata praćenja propada i poskoka napona i pratećih struja kod izabranih industrijskih potrošača. Od velikog značaja je što je za većinu propada utvrđen uzrok, kao i njegove posledice kod odgovarajućeg industrijskog potrošača. Veoma kvalitetni zaključci bi trebalo da budu indikacija budućih pravaca delovanja za smanjivanje ozbiljnih ekonomskih posledica ovih pojava.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su potrošači preduzeli neke mere zaštite, s obzirom na utvrđene uzroke pojava propada napona?
2. Da li postoji baza “najkritičnijih” mesta u prenosnoj ili distributivnoj mreži s obzirom na pojavu propada napona?
3. Zabeleženi propadi napona, između ostalog, utiču na pravilan rad digitalnih upravljačkih kola složenih procesnih uređaja i mašina kod posmatranih potrošča. Da li ste razmatrali granične krive CBEMA/ITIC, koje se odnose na zahteve za pravilan rad digitalnih procesnih računara u slučajevima propada ili poskoka napona?
4. Da li procesni računari primenjeni kod posmatranih potrošača zadovoljavaju CBEMA/ITIC preporuke?

**R-2.04 POKAZATELJI POUZDANOSTI ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ODS NA TERITORIJI KONZUMA BEOGRAD**

Autor: Milica TAUŠANOVIĆ, ODS EPS Distribucija d.o.o. Novi Beograd, Srbija

Pokazatelji pouzdanosti igraju važnu ulogu u ocenjivanju uspešnosti ogranaka ODS. U radu je pokazano da su u Elektrodistribuciji Beograd ovi pokazatelji, u proteklom periodu od 10 godina značajno unapređeni. Ipak, među ograncima postoje određene razlike, a rezultati bi mogli biti bolji. Na bazi ovakvih zapažanja u radu su predložene generalne mere za poboljšanje pouzdanosti.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način se prikupljaju osnovni podaci za izračunavanje pouzdanosti, a kako obrađuju?
2. Koji su ključni razlozi poboljšanja faktora pouzdanosti u prethodnom periodu?
3. Na koji deo distributivne mreže bi trebalo usmeriti najveću pažnju u cilju ostvarivanja generalnih mera poboljšanja pouzdanosti?

**R-2.05 REGULACIJA NAPONA U NISKONAPONSKOJ MREŽI PRIMENOM BESKONTAKTNIH REGULATORA**

Autori: Vladica ALEKSIĆ, JP EPS, Miodrag ZDRAVKOVIĆ, ODS EPS Distribucija, Ogranak Vranje,
Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Srbija

Jedan od problema u radu NN mreže dolazi od promena napona zbog oscilacija opterećenja. Odstupanja se javljaju se zbog statičke regulacije podešavanjem odvojka transformatora u transformatorskim stanicama gde je napon kompenzovan za prosečne vrednosti opterećenja. U slučaju rada distribuiranog izvora u SN ili NN mreži protok snage je dvosmeran, što znači još više promena napona u distributivnoj mreži. U ovom radu opisana su praktična iskustva u radu automatskog beskontaktnog regulatora postavljenog na stubu NN nadzemne mreže u ED Vranje. Prikazani su i rezultati merenja napona sa i bez prisustva regulatora i dati zaključci o mogućnostima njihove primene u NN mreži.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu su navedena Pravila o radu distributivnog sistema iz 2009. godine ali su 2017. godine donesena nova Pravila o radu. Koliko se nova Pravila o radu DS po pitanju kvaliteta napona razlikuju od prethodnih? Koliko kriterijumi koji se odnose na kvalitet napona u novim Pravilima mogu uticati na neka od razmatranja u ovom radu?
2. U radu se kao kriterijum pominje napon veci od 260 V u trajanju dužem od 500 ms. Kojim propisom/uredbom u R. Srbiji su definisane ova vrednosti?
3. Kolika je pouzdanost rada svakog od analiziranih uređaja a koliki je očekivani životni vek?

4. Da li su rađena merenja u cilju ocene efikasnosti razmatranih uređaja na smanjenje izobličenja talasnog oblika napona i ako jeste kakvi rezultati su dobijeni, odnosno kakva izobličenja napona su bila pre i nakon postavljanja razmatranih uređaja?

**R-2.06 OPTIMIZACIJA LOKACIJA I SNAGA KONDENZATORSKIH BATERIJA U PRISUSTVU VIŠIH HARMONIKA PRIMENOM GENETSKOG ALGORITMA**

Autori: Miloš MILOVANOVIĆ, Jordan RADOSAVljEVIĆ, Bojan PEROVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija

Rad se bavi određivanjem optimalnih lokacija i snaga kondenzatorskih baterija u distributivnim mrežama sa nelinearnim potrošačima. Za rešavanje ovog problema predložen je genetski algoritam, kao robusne i adaptivne metode motivisane procesima evolucije u prirodnim sistemima, a pogodne za optimizacione zadatke. Predloženi postupak je testiran na IEEE standardnoi test mreži sa 18 čvorova (IEEE 18), pri čemu je osnovni cilj optimizacije bio ostvarenje minimalnih godišnjih operativnih troškova sistema uz zadovoljavanje svih relevantnih tehničkih zahteva i ograničenja. Pokazano je da su postavljeni ciljevi u potpunosti ostvareni i da je postignuta optimalna kompenzacija i smanjen nivo ukupne harmonijske distorzije napona u mreži.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoji neka relevantna test mreža, koja bi bila validna za distributivne sisteme u Srbiji?
2. Kakvi se rezultati primene ovakvog optimizacionog pristupa mogu očekivati u slučaju primene u našoj distributivnoj mreži?
3. Da li bi se promenom optimizacionih kriterijuma moglo uticati na dalje smanjenje nivoa viših harmonika u mreži? Dobijeni rezultat je dobar, ali je raspodela viših harmonika pogoršana. Na dijagramu se vidi da je nakon optimizacije nivo 7-og harmonika ujednačen po čvorovima, ali da je u nekim i porastao.

**R-2.07 POBOLJŠANJE NAPONSKIH PRILIKA KOD KRAJNJIH KUPACA U VANGRADSKOJ- SEOSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**

Autori: Nenad ZLATKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak ED Aranđelovac, Nikola LAKETIĆ, Aleksandar TATALOVIĆ, Avalon partners, Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Aranđelovac, Nikola KRUŠKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak ED Aranđelovac, Srbija

Analizom kvaliteta napona kod konkretnih krajnjih kupaca u seoskoj sredini, uočena su odstupanja određenih parametara kvaliteta napona od vrednosti propisanih važećim normama. Simulacijom dela distributivne mreže kojom se napajaju dati korisnici, određena je optimalna lokacija i snaga postrojenja za poboljšanje naponskih prilika i potvrđena opravdanost postavljanja ovog postrojenja. Cilj rada je da predstavi relativno jednostavan i ekonomičan način za poboljšanje naponskih prilika u slučajevima gde su krajnji kupci dosta udaljeni od transformatorskih stanica, a investicija u izgradnju novih stanica nije isplativa.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su nakon ugradnje kompenzacije vršena merenja harmonika, posebno sa aspekta prisutnosti parnih komponenti nižeg nivoa spektra?
2. Da li kompenzacija ima uticaj na distrozije i ako ima kakav je taj uticaj?
3. Da li je merenje realizovano u potpunosti u skladu sa tačkom 4.3.2 Metode ispitivanja po normi SRPS 50160:2008
4. Kakva je ekonomičnost ovog načina poboljšanja naponskih prilika?

**R-2.08 UTICAJ VIŠIH HARMONIKA NA KVALITET ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**

Autori: Goran SEKULIĆ, Saša ILIĆ, Zoran MAKEVIĆ, Elektromreža Srbije, Srbija

U radu je razmatran uticaj kompenzacije na nivo viših harmonika u naponu i struji u jednom elektromotornom pogonu. Radom je ukazano na postojanje moguće greške prilikom izbora tipske opreme za kompenzaciju reaktivne snage. Kao indikacija uzet je nivo viših harmonica, za koji je pokazano da je značajno porastao nakon uključenja kompenzacije, a naročito vrednosti 5-tog i 7-mog harmonika napona i struje. Na kraju je dat pregled mogućih rešenja za ovaj slučaj.

Pitanja za diskusiju:

1. Kao uzrok pojave viših harmonika nakon postavljanja kompenzacije spemenuta je rezonancija. Da li se može proceniti rezonantna učestanost i na koji način je kompenzacija uticala na nju?
2. Iz kog razloga se primenjeni sistem kompenzacije smatra neodgovarajućim?
3. Kako bi trebalo unaprediti način kompenzacije reaktivne energije da bi se izbegle ove pojave?

**Preferencijalna tema 2:**

**Uređaji i metode za merenje i monitoring kvaliteta električne energije (dijagnostičke metode, oprema, postupci i sl.)**

### R-2.09 MERENJE SLOŽENOPERIODIČNE STRUJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autori: Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Dragan PEJIĆ, Boris ANTIĆ, Platon SOVILJ,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Svrha merenja prikazana u ovom radu je da ukaže na jedan moguć, veoma precizan, metod za ustanovljavanje spektralnog sastava složeno-periodičnih struja koje se javljaju na distibutivnom transformatoru. Pošto jezgro transformatora deluje kao niskopropusni filtar, viši harmonici struja ne propagiraju ka transportnom delu mreže, pa je merenje ovih harmonika iza te tačke je od manjeg interesa. U ovom slučaju izabran je transformator u informatičko-poslovnoj zoni grada, opterećen velikim brojem personalnih računara, punjača mobilnih telefona, laptopova i tablet i drugih malih elektronskih potrošača. U radu je primenjena stohastička merna metoda.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su glavni razlozi za pozivanje na IEEE standarde u oblasti kvaliteta isporuke električne energije u uslovima postojanja SRPS EN standarda u istoj oblasti i njihove obaveznosti primene?
2. Da li postoji komercijalna primena ove metode, odnosno da li postoje analizatori koji koriste ovu metodu s obzirom na njenu potvrđenost na FTN nekoliko godina unazad?

### R-2.10 PROVERA MERENJA PROTOKA ELEKTRIČNE ENERGIJE U DTS 20/0,4 kV NA PODRUČJU ED SOMBOR- ISKUSTVA I ZAPAŽANJA

Autori: Vidoje MIJATOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo “, Ogranak Elektrodistribucija Sombor,
Milan RADUNOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo “, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Rad se bavi praćenjem protoka električne energije u cilju smanjenja tehničkih gubitaka u distributivnoj mreži. Razmatrana je distributivna mreža ED Sombor in a njoj su vršene odgovarajuće provere merenja. Opisan je algoritam kontrole merenja protoka, ispitne liste, najčešći uzroci neispravnosti i način za procenu pouzdanosti elektronskih brojila. Na kraju su dati neki predlozi za moguće povećanje pouzdanosti ovog merenja. Rad predstavlja važnu predstavu realnog stanja u mreži i daje prikaz vrednih iskustava stečenih u postupcima provere merenja protoka.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li podatak da u više od 50% nije utvrđena neispravnost može da znači da bi trebalo unaprediti postojeći postupak?
2. Utvrđena je velika nepouzdanost automatskih osigurača. Da li se tu radi o lošem kvalitetu proizvoda ili ima nekih drugih uzroka za ovakav zaključak?

### R-2.11 MERENJE I ANALIZA UVEĆANJA GUBITAKA AKTIVNE SNAGE ZBOG NESIMETRIJE U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Autori: Goran ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U radu se polazeći od merenja napona, struja i ostalih veličina u niskonaponskoj distributivnoj mreži analizira uvećanje gubitaka aktivne snage trofazne nesimetrične mreže u odnosu na simetričnu. Cilj je da se proceni i izračuna uvećanje gubitaka zbog ove pojave. Utvrđeno je da dolazi do značajnih dodatnih gubitaka, koji su (grubo) procenjeni od 250 – 2.500 evra godišnje. Data je preporuka da se ovaj problem rešava samo u onim transformatorskim stanicama gde postoje uvećani gubici.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li dati rezultati merenja nesimetrije imaju praktičan značaj, tj. utiču na način eksploatacije razmatranih distributivnih mreža?
2. Da li postojanje nesimetrije ima reperkusije i na rad transformatora, kroz pojavu dodatnih gubitaka, odnosno grejanje?

**Preferencijalna tema 4:**

**Uslovi priključenja nelinearnih potrošača i distribuiranih generatora (malih elektrana) - viši harmonici, fliker, nesimetrija, metode eliminisanja**

### R-2.12 KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE GENERISANE IZ KROVNE PV ELEKTRANE STAMBENOG OBJEKTA U VRANJU

Autori: Aleksandra GRUJIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija u Beogradu,
Srđan TODOROVIĆ, JP EPS, Tehnički centar Vranje, Srbija

U radu su predstavljena merenja i analiza svih relevantnih parametara kvaliteta električne energije u tački priključenja fotonaponske (FN) elektrane. Elektrana se nalazi na krovu stambenog objekta u Vranju instalisane snage 29,89kWp sa planiranom godišnjom proizvodnjom od 33MWh, a na distributivnu mrežu je priključena preko transformatorske stanice 10/0,4kV/kV. Merni period obuhvatio je sedam dana neprekidnog merenja. Prikazani su rezultati i izvršena je obrada i analiza dobijenih parametara kvaliteta električne energije. Rad daje konkretna praktična iskustva merenja na FN elektrani i na taj način predstavlja vredan izvor iskustva pri obradi ove materije.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je posmatran mrežni napon u periodu kada je FN elektrana bila isključena sa mreže? Ako DA, da li se vidi uticaj priključenja elektrane na vrednost napona?
2. Da li je posmatrana stvarna proizvodnja FN elektrane i upoređena sa planiranom? Koji bi mogli biti uzroci eventualnih odstvupanja?
3. Da li snimljeni viši harmonici struje mogu imati neke negativne efekte na transformator i dalje na ostale potrošače u mreži?

**R-2.13 ISPUNJENJE KRITERIJUMA DOZVOLJENIH STRUJA VIŠIH HARMONIKA PRI PRIKLJUČENJU FOTONAPONSKIH ELEKTRANA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM**

Autori: Zoltan ČORBA, Dragan MILIĆEVIĆ, Boris DUMNIĆ, Vladimir KATIĆ, Bane POPADIĆ,
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija

U radu su prikazani rezultati nekih merenja struja viših harmonika na FN elektranama sa string invertorima na prostoru Srbije. Utvrđena je pojava 5. i 7. harmonika, kao i 11. harmonik, kao i velike vrednosti ukupne harmonijske distorzije. Ova pojava je uočljivija u periodima dana sa manjom radijacijom, naročito u jutarnjim i popodnevnim satima, kao i tokom oblačnih dana. Međutim, pošto su u tim intervalima apsolutne vrednosti struja jako male, ni jedan pojedinačni harmonik struje ne prelazi maksimalno dozvoljene vrednosti. Može se zaključiti da sve posmatrane FN elektrane zadovoljavaju kriterijum dozvoljenih struja viših harmonika.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su uzroci pojave viših harmonika na priključcima fotonaponske elektrane?
2. Da li nivo viših harmonika u izlaznoj struji fotonaponske elektrane zavisi od nivoa solarne radijacije? Ako DA, koji bi bili razlozi za to?
3. Ako se ne ispune kriterijumi dozvoljenih struja viših harmonika, tj. ako je premašen taj nivo, kakvi negativni efekti se mogu očekivati?

**R-2.14 SMANJENJE INJEKCIJE POREMEĆAJA U DISTRIBUTIVNU MREŽU USLED RADA POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU PELETA**

Autori: Nikola LAKETIĆ, Avalon Partners, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Borko ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

Instalisanjem sistema za kompenzaciju reaktivne snage u realnom vremenu u pogonu za proizvodnju peleta, rešen je problem periodičnih strujnih naprezanja mreže, koji su izazivali fliker i padove napona u mreži. Time je smanjena injekcija poremećaja na prihvatljiv nivo i stabilizovan napon u postrojenju. U radu se predstavljaju rezultati merenja pre i posle ugrađene kompenzacije, a urađena je i analiza najvažnijih parametara kvaliteta napona.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su uočene neke negativne pojave na transformatoru ili na potrošačima dalje u mreži pre nego što je instalirano postrojenje za kompenzaciju?
2. Rad drobilice i pored uključene kompenzacije ima pojavu kratkotrajnog flikera. Da li se to na neki način manifestuje u radu ostalih potrošača u pogonu?
3. Kolika je ekonomska vrednost instalacije ovog sistema i kakva je isplativost?

**Preferencijalna tema 7:**

**Prenaponi i zaštita od prenapona u distributivnim mrežama, poremećaji u uzemljenju i kvalitet električne energije i druge teme**

**R-2.15 KOORDINACIJA IZOLACIJE OKLOPLJENOG I GASOM IZOLOVANOG POSTROJENJA 110 kV SA DUGAČKIM KABLOVSKIM PRIKLJUČKOM**

Autori: Milan SAVIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Sima TATALOVIĆ, Kodar Energomontaža d.o.o, Tomislav RAJIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija

U radu se razmatra zaštita SF6 gasom izolovanog postrojenja (GIS) 110 kV i pripadajućeg transformatora 110/10 kV od atmosferskih prenapona koji dolaze po kablu dužine 4800 m. Zbog direktnog kablovskog uvođenja u GIS (utične "plug-in" kablovske završnice), ne postoji mogućnost postavljanja odvodnika prenapona ispred postrojenja. Razmatra se problem da li je dovoljan samo po jedan set odvodnika prenapona koji štiti svaki od transformatora 110/10 kV ili je potrebno postaviti dodatni set odvodnika prenapona unutar GIS-a, što značajno poskupljuje prenaponsku zaštitu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li činjenica da pri proračunima nije uvažavana specifična otpornost tla ispod 100 Ωm ukazuje da tada nema opasnosti od pojave prenapona?
2. Kako autori objašnjavaju konstataciju da najveći uiticaj na nivo prenapona ne zavisi od otpornosti uzemljivača postrojenja koje se štiti, već od otpornosti uzemljivača postrojenja koje je na drugom kraju kabla po kome nailaze prenaponi sa nadzemnog voda?

**R-2.16** **NASTANAK I MANIFESTACIJE TRANZIJENTNIH POJAVA U INDUSTRIJSKIM MREŽAMA**

Autori: Vlado TADIĆ, "TING" d.o.o. Žepče, Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina

U radu su razmatrane neke tranzijentne pojave u industrijskim mrežama sa teorijskog i praktičnog aspekta. Razmatrane su i opisane pojave uključivanja kondenzatorskih baterija za kompenzaciju reaktivne energije, kao i pojava kratkog spoja na industrijskoj mreži. Ove pojave su izmerene i u realnom radu mreže, kroz snimanje talasnih oblika struja i napona, kao i njihovih efektivnih vrednosti. Rad je veoma edukativan in a jasan način izlaže pojavu i njene reperkusija na napon i struju.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su razlozi zaključivanja da ova materija nije dovoljno izučena u BIH, mada se takve pojave dešavaju i svakom EES-u?
2. Kako se ove tranzijentne pojave prate i mere u realnim elektroenergetskim sistemima?

**R-2.17** **ISKUSTVA U PRIMENI ZAŠTITE OD PRENAPONA NADZEMNIH VODOVA SREDNJEG NAPONA**

Autori: Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Miroslav DOČIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Leskovac, Aleksandar ANĐELKOVIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Srbija

U radu su prikazana iskustva u primeni zaštite od prenapona nadzemnog izvoda 10kV. Na osnovu registrovanih događaja na realnom razmatranom izvodu srednjeg napona i korelacije ponašanja nadzemnog voda u zavisnosti od udara groma, dobijene deonice sa većom verovatnoćom udara. Za dobijanje podataka o atmosferskim pražnjenjima korišćena je baza podataka dostupnog sistema za automatsko detektovanje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu. Rezultat rada su lokacije na izvodu na kojima je izvršena ugradnja opreme za zaštitu od prenapona i iskustva u njenoj primeni.

Pitanja za diskusiju:

1. Posle rekonstrukcije prenaponske zaštite 2012 godine, 2013 godine je bilo smanjenje prikazanih parametara, a 2014 godine znatno povećanje. Pošto je svaka godina karakteristična za sebe da li autor može prikazati prosek za više godina pre rekonstrukcije prenaponske zaštite 2012 godine i posle.
2. Da li autor teksta ima podatke o povećanju delovanja zaštite od kratkog spoja posle ugradnje zaštitnih iskrišta?
3. Da li nas autor može ukratko upoznati sa pravcima zaštite iz ove oblasti u međunarodnim EN standardima?

**Session 2:**

**POWER QUALITY IN ELECTRICITY DISTRIBUTION SYSTEMS**

Chairman: Prof. KATIĆ, PhD

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

**REFEREE'S REPORT FOR SESSION 2**

Prof. Vladimir KATIĆ, PhD, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

In the scope of Session 2 – Power quality in electricity distribution systems, CIRED Serbia for the 11th Conference on electricity distribution with regional participation - CIRED Serbia 2018, 7 preferential subjects were proposed:

1. Quality of delivered power (voltage quality) - higher harmonics, flicker, voltage sags, short breaks and other deviations in consumer supply – causes, expansion, immunity, elimination.
2. Devices and methods for measuring and monitoring power quality (diagnostic methods, equipment, steps, etc.)
3. National and European power quality technical regulations (standardization, technical regulations and methods).
4. Conditions of attaching nonlinear consumers – higher harmonics, flicker, asymmetries – sources, expansion, conditions of attachment, elimination methods
5. Influence of insufficient quality on consumer operation (technical issues, energy efficiency, reliability, financial effects, relations with consumers...)
6. Electromagnetic compatibility, safety and interference.
7. Over-voltage and over-voltage protection in power distribution networks, ground disturbances and other subjects.

The Session appointed prof. Vladimira Katić, PhD as referee.

The CIRED-Serbia Secretariat received 20 applications, which were accepted as appropriate. However, within the forseseen deadline arrived 19 complete papers, one of which was redirected to another session. All papers were reviewed by competent reviewers, and after the review, entered corrections by the authors and discussions with in the Session, it was noted that the received papers had a high expert value, so that all 18 papers were accepted for presentations as papers.

The Session classified the papers by preferential subjects, out of which 8 papers into the first, 3 papers into the second subject, and 3 papers into the fourth and 4 papers into the seventh preferential subject.

In preparing this report, the referee used the reviewers' observations, comments and questions, which were most helpful and there extends his gratitude.

**Preferential Subject 1:**

**Quality of delivered power (voltage quality) - higher harmonics, flicker, voltage sags, short breaks and other deviations in consumer supply – causes, expansion, immunity, elimination**

### R-2.01 RELIABILITY COSTS IN DISTRIBUTION NETWORKS AND THE APPLICATION OF SWITCHING DEVICES

Authors: Jovan NAHMAN, Belgrade, Dragoslav PERIĆ, VIPOS, Valjevo, Serbia

The paper proposes a method of calculating costs related to breaks in consumer supply in the electricity distribution network, as well as of reliabilty assessment. It gives an overview and critical review of the collection and consumer costs processing method in different countries. It points out possible improvements of cost assessment methods in case of consumer supply breaks, depending on the type, frequency and average duration of different consumer activities. It demonstrates on a simple example the impact of application of different switching apparatus and types of users on the reliability indicators and overall costs of a distribution company due to breaks in operation.

Questions for discussion:

1. To what extent does the presented new method of cost determination differ from the general practice?
2. What is the applied criteria in selecting the final score of calculations?
3. Is there any distribution network configuration impact on the results obtained by this method and how could it be expressed?

### R-2.02 CALCULATION METHODS FOR ENERGY NOT SUPPLIED

Authors: Miroslav BAČLIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Distribution area Novi Sad, Suzana BONDOKIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, National Distribution Dispatch Centre, Serbia

The paper discusses the indicators of energy not supplied (ENS), which primarily focuses on power outage in a part of the network and is good as such in order to establish to some point the balance of indicators that only consider the number of not supplied consumers. Its high-quality quantification is a challenge between the set of available data and calculation accuracy. Three calculation methods are demonstrated and discussed here, with their advantages and disadvantage.

Questions for discussion:

1. The conclusions note: "Until that is brought to our region, what remains for us to do is to apply the method in accordance with the possibilities." What method for calculating the value of energy not supplied would be most adequate, considering the possibilities in our electricity distribution?
2. What method for calculating the value of energy not supplied is applied in our electricity distribution and to what extent does it deviate from the one that would be most appropriate?
3. How do you explain considerable deviations in the third and fourth method, and what would be the reasons for them?

### R-2.03 REAL PROBLEMS OF POWER QUALITY IN THE AREA OF ELEKTROVOJVODINA

Authors: Jovan ČARNIĆ, EPS DSO Novi Sad, Radislav MILANKOV, EPS DSO Zrenjanin Subsidiary, Kikinda Unit, Serbia

The paper presents extremely valuable results on measuring some power quality parametres in a long-standing period in several points of the transmission and distribution networks. It presents a small number of results of monitored voltage sags and jumps followed by currents in the case of selected industrial consumers. It is of great importance that the cause of most voltage sags was found as well as its consequences for the corresponding industrial consumer. The extremely high quality of conclusions should be an indication of the future trends for actions in reducing the severe economic consequence of these phenomena.

Questions for discussion:

1. Did the consumers take any protection measures, considering the established causes of the voltage sags phenomena?
2. Is there a basis of *most critical* points in the transmission or distribution network considering the voltage sags phenomenon?
3. Recorded voltage sags, among other things, affect the regular operation of digital control circuits of complex process devices and machines of the observed consumers. Did you consider the CBEMA/ITIC boundary curves, related to requests for regular operation of digital process computers in cases of voltage sags or jumps?
4. Do the process computers of the observed computers comply with the CBEMA/ITIC recommendations?

### R-2.04 RELIABILITY INDICATORS OF DELIVERY OF ELECTRICITY IN ODS ON THE TERRITORY OF BELGRADE CONSUMPTION

Author: Milica TAUŠANOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC New Belgrade, Serbia

The indicators of reliability play an important role in assessing the successfulness of DSO subsidiaries. The paper demonstrates that these indicators have considerably improved in the past 10 years in Electricity Distribution Belgrade. However, there are certain

differences among the subsidiaries, and the results could be better. Based on such observation, the paper proposes general measures for improving the reliability.

Questions for discussion:

1. How are basic data acquired for calculation of reliability, and how re they processed?
2. What were the key reasons for improved reliability factor in the previous period?
3. What part of the distribution network should get the greatest attention for the purpose of achieving the general measures for improved reliability?

**R-2.05 VOLTAGE REGULATION IN LOW VOLTAGE NETWORK BY APPLYING CONTACTLESS REGULATORS**

Authors: Vladica ALEKSIĆ, JP EPS, Miodrag ZDRAVKOVIĆ, DSO EPS Distribution, Vranje Subsidiary,
Aleksandar JANJIĆ, University of Niš, Faculty of Electronics, Serbia

One of the issues in LV network operation comes from changes in voltage due to load oscilllations. Deviations occur due to static regulation by adjustment of transformer winding in substations, where the voltage is compensated for average loading values. In the case of distributed source operation in the MV or LL network, power flow is two-way, which assumes more changes of voltage in the distributed network. This paper describes practical experience in the contactless regulator installed at a pole in the LV overhead network in ED Vranje. It demonstrates the results of voltage measurement with and without the presence of regulators and gives conclusions on the possibilities of their application in the LV network.

Questions for discussion:

1. The paper states the Rules on distribution system operation of 2009, whereas new Rules on operation were adopted in 2017. How much do the new Rules on DS operation differ in voltage quality from the previous ones? How much can criteria referring to voltage quality in the new Rules influence some considerations in this paper?
2. A criterion mention in the paper is voltage higher than 260V in the duration of more than 500 ms. Which regulation/decree in the Republic of Serbia defines these values?
3. What is the operation reliability of each analyzed device and what is the life expectancy?
4. Were measurements done for the purpose of assessment of efficiency of considered devices in terms of reducing the deformation of voltage wave form and if so, what were the obtained results, and what were the voltage derformations like respectively, before and after the installation of considered devices?

**R-2.06 OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF CAPACITOR BANKS IN THE PRESENCE OF HIGHER HARMONICS USING GENETIC ALGORITHM**

Authors: Miloš MILOVANOVIĆ, Jordan RADOSAVLjEVIĆ, Bojan PEROVIĆ,
Faculty of Technical Sciences Kosovska Mitrovica, Serbia

The paper deals with optimal placement and sizing of capacitor banks in distribution networks with non-linear consumers. In resolving this issue the genetic algoritm is proposed, as a robust and adaptive method motivated by the processes of evolution in natural systems, and convenient for optimisation tasks. The proposed procedure was tested on a standard test network with 18 nodes (IEEE 18), the basic purpose of optimisation being to achieve minimum annual operative costs of the system thereby meeting all relevant technical requirements and limitations. It was demonstrated that the set goals were fully implemented and that an optimal compensation was achieved and the level of total harmonic distortion of network voltage reduced.

Questions for discussion:

1. Is there any relevant test network that would be valid for the distribution systems in Serbia?
2. What results in the application of such optimisation method can be expected in the case of application in our distribution network?
3. Could a change of optimisation criteria have an effect on further reduction of higher harmonics in the network? The obtained result is good, but the allocation of higher harmonics has been aggravated. It is visible on the diagram that after optimisation, the level of the 7th harmonic is homogenous in nodes, but has increased in some of them.

**R-2.07 IMPROVING THE VOLTAGE CONDITIONS OF END - CUSTOMERS AT RURAL DISTRIBUTION GRID**

Authors: Nenad ZLATKOVIĆ, EPS Distribution, ED Aranđelovac Subsidiary, Nikola LAKETIĆ, Aleksandar TATALOVIĆ, Avalon partners, Goran ŽIVKOVIĆ, PE EPS, Technical Services Division Aranđelovac, Nikola KRUŠKOVIĆ, EPS Distribution, ED Aranđelovac Subsidiary, Serbia

By analysis of voltage quality of concrete end-customers in a rural environment, deviations from the values prescribed by current norms have been perceived in certain voltage quality parametres. By simulation of a part of the distribution network supplying the given consumers, optimal placement and sizing of capacitor has been established for improving the voltage conditions justifying the placement of this facility. The purpose of the paper is to present a comparatively simple and economic method for improving the voltage conditions in cases where the end-customers are quite far away from the substations, and investment in construction of new stations is not profitable.

Questions for discussion:

1. Were harmonics measured after installing compensation, particularly from the aspect of the presence of pairs of components from a lower level spectre?
2. Does compensation have an impact on on distortions, and if so, what kind of impact?
3. Was the measurement fully implemented in accordance with point 4.3.2 Testing methods according to norm SRPS EN 50160:2008?
4. What is the cost effectiveness of this method of improvement of voltage conditions?

**R-2.08 INFLUENCE OF HIGHER HARMONICS ON QUALITY OF DELIVERED ELECTRICAL ENERGY SUPPLIED FROM THE DISTRIBUTION SYSTEM**

Authors: Goran SEKULIĆ, EMS, Saša ILIĆ, EMS, Zoran MAKEVIĆ, EMS, Serbia

The paper deals with the influence of compensation on the level of higher harmonics in voltage and current in an electric engine section. The paper indicates the existence of possible mistake in selecting the typical equipment for reactive power compensation. As an indication thereof, the higher harmonics level was taken, showing that it had significantly increased after including the compensation, especially the value of the $5^{th}$ and $7^{th}$ voltage and current harmonic. An overview of possible solutions for this case is given at the end.

Questions for discussion:

1. Resonance is mentioned as the cause of the higher harmonics phenomenon. Can the resonance frequency be assessed and how did compensation influence it?
2. For what reason is the applied compensation system considered to be inadequate?
3. How should the reactive energy compensation method be improved in order to avoid such phenomena?

**Preferential Subject 2:**

**Devices and methods for measuring and monitoring power quality (diagnostic methods, equipment, steps, etc.)**

**R-2.09 MEASUREMENT OF NON-SINUSOIDAL ELECTRICAL CURRENT IN POWER GRID**

Authors: Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Dragan PEJIĆ, Boris ANTIĆ, Platon SOVILJ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

The purpose of measurement demonstrated in this paper is to indicate a possible, very precise method of establishing the spectral content of non-sinusoidal electrical currents occurring in the distribution transformer. As the core of the transformer acts as a low-pass filter, higher harmonics of currents do not propagate towards the transport part of network, and therefore measurement of these harmonics behind that point is of minor interest. In this case, the selected transformer in the management information zone of the city, with the burden of a large number of personal computers, mobile phone chargers, laptops and tablets and other electronic consumers. The paper applies the stochastic method of measure.

Questions for discussion:

1. What are the main reasons of reference to IEEE standards in the area of power quality of supply in conditions of existence of SRPS EN standard in the same area and their obligatory application?
2. Is there any commercial application of this method and are any analyzers respectively, using this method, considering its verification at the Faculty of Technical Sciences several years ago?

**R-2.10 CHECKING THE FLOW MEASUREMENT OF ELECTRICITY AT DTS 20 / 0.4kV IN ED SOMBOR-EXPERIENCES AND OBSERVATIONS**

Authors: Vidoje MIJATOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Electricity Distribution Sombor Subsidiary, Milan RADUNOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Electricity Distribution Sombor Subsidiary, Serbia

The paper deals with the monitoring of power flow, for the purpose of reducing the technical losses in the electricity distribution network. The distributive network ED Sombor is discussed where corresponding measurement checking was done. The paper describes checking of algorithm of flow measurement, testing list, most frequent causes of failure and method of assessment of electronic metre reliability. At the end of the paper are given proposals for possible increase of this measurement reliability. The paper gives an important presentation of real state in the network and presentation of valuable experiences acquired in the procedures of flow measurement checking.

Questions for discussion:

1. Can the information that in over 50% of the cases no failure was found, mean that the existing procedure should be improved?
2. A great deal of unreliability of automatic fuses was established. Does that have to do with poor product quality or are there any other reasons for such conclusion?

**R-2.11 MEASUREMENT AND ANALYSIS OF UNBALANCED LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Goran ŽIVADINOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC Belgrade, Serbia

Taking into account measurements of voltage, current and other values in the low-voltage distribution network, the paper analyzes increased three-phase active power losses in the asymmetrical network compared to the symmetrical network. The purpose is to assess and calculate increased losses due to this phenomenon. The occurrence of significant additional losses was noted, where they were roughly estimated at 250 – 2.500 euros per year. It was recommended to deal with this issue only in substations with increased losses.

Questions for discussion:

1. Do the given results of measured asymmetry have any practical implications, i.e. do they affect the operation of the considered networks?
2. Does the presence of asymmetry also have any repercussions on transformer operation, through the phenomenon of additional losses and heating respectively?

**Preferential Subject 4:**

**Conditions of attaching nonlinear consumers – higher harmonics, flicker, asymmetries – sources, expansion, conditions of attachment, elimination methods**

**R-2.12 THE QUALITY OF ELECTRICAL POWER PRODUCED BY ROOF PV POWER PLANT IN VRANJE**

Authors: Aleksandra GRUJIĆ, Higher School of Electrical Engineering and Computer Sciences of Applied Sciences in Belgrade, Srđan TODOROVIĆ, PE EPS, Technical Centre Vranje, Serbia

The paper presents measurements and analyses of all relevant power quality parametres at the connection point of photovoltaic (PV) power plant. The power plant is on the roof of a residential building in Vranje, with installed power 29.89 kWp with planned annual production of 33 MWh, connected to the distribution network via substation 10/0.4 kV/kV. The measuring period took seven days of continuous measurement. The results are presented and the obtained power quality parametres have been processed and analyzed. The paper gives concrete practical experience in measurements carried out at PV power plant and is therefore a valuable source of experience in the processing of this matter.

Questions for discussion:

1. Was the network voltage observed in the period when the PV power plant was disconnected from the network? If YES, is the influence of power plant connection visible in the voltage value?
2. Was the real production of PV power plant observed and compared with the planned? What could be the causes of possible deviations?
3. Can the recorded curent harmonics have any negative effects on the transformer and futhermore on other consumers in the network?

**R-2.13 FULFILLING THE MAXIMUM PERMISSIBLE CURRENT HARMONICS CRITERION IN GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS**

Authors: Zoltan ČORBA, Dragan MILIĆEVIĆ, Boris DUMNIĆ, Vladimir KATIĆ, Bane POPADIĆ, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Serbia

The paper presents the results of some current harmonics measurements at PV power plants with string invertors on the territory of Serbia. The phenomenon of the 5th and 7th, as well as the 11th harmonic was established, in addition to high values of the total harmonic distortion. This phenomenon is visible in periods of the day with lower radiation, especially in the morning and afternoon hours, as well as on cloudy days. However, as the absolute current values are very small in those intervals, no individual current harmonic exceeds the maximum permitted values. It may be concluded that all observed PV power plants comply with the criterion of permitted currents of higher harmonics.

Questions for discussion:

1. What are the causes of the higher harmonics phenomenon at the PV power plants connections?
2. Does the level of higher harmonics at the outlet current of photovoltaic power plant depend on the level of solar radiation? If YES, what would be the reasons for that?
3. If the criteria of permitted currents of higher harmonics are not fulfilled, that is, if that level is exceeded, what negative effects may be expected?

**R-2.14 MITIGATING DISTURBANCE INJECTION INTO UTILITY GRID FROM WOOD PELLET PLANT**

Authors: Nikola LAKETIĆ, Avalon Partners, Faculty of Electrical Engineering Belgrade, Borko ČUPIĆ, Higher School of Electrical Engineering and Computer Sciences of Applied Sciences, Faculty of Electrical Engineering Belgrade, Serbia

By installation of the reactive power compensation system in real-time at the wood pellet plant, the issue has been resolved in terms of periodical current stresses of network, which had been causing flicker and voltage sags in the network. This has reduced the

disturbance injection to an acceptable level and stable voltage in the plant. The paper presents the results of measurements before and after installation of compensation, and analysis made concerning the most important power quality parametres.

Questions for discussion:

1. Were any further negative phenomena noticed in the transformer or the consumers in the network before the installation of compensation facility?
2. The crushing mill operation has, in spite of installed compensation, the momentary flicker phenomenon. Is that in some way demonstrated in the operation of the other consumers in the plant?
3. What is the economic value of installing this system and what is the cost/benefit effect?

**Preferential Subject 7:**

**Over-voltage and over-voltage protection in power distribution networks, ground disturbances and other subjects**

### R-2.15 GAS INSULATED SUBSTATION WITH LONG CABLE FEEDER INSULATION COORDINATION

Authors: Milan SAVIĆ, University of Belgrade - Faculty of Electrical Engineering Belgrade, Sima TATALOVIĆ, Kodar Energomontaža LLC, Tomislav RAJIĆ, University of Belgrade - Faculty of Electrical Engineering Belgrade, Serbia

The paper discusses protection of SF6 gas insulated substation (GIS) 110kV and corresponding transformer 110/10kV against atmospheric overvoltages along the 4800 m long cable. Due to direct installation of *plug-in* cable feeder in GIS, there is no possibility of installing a surge diverter before the facility. The issue discussed is whether only one set of surge diverters is sufficient for protection of each transformer 110/10kV, or is necessary to install an additional set of surge diverters within the GIS, which considerably increases the cost of overvoltage protection.

Questions for discussion:

1. Does the fact that the specific grounding resistance below 100 Ωm shows that there is no danger of overvoltage phenomenon?
2. How do the authors explain the remark that the greatest impact on the overvoltage level does not depend on the grounding resistance of protected facility, but on the grounding resistance of facility on the other end of cable along which there is a phenomenon of overvoltages coming from the overhead power line?

### R-2.16 THE OCCURRENCE AND MANIFESTATIONS OF TRANSIENT PHENOMENA IN INDUSTRIAL NETWORKS

Authors: Vlado TADIĆ, "TING" LLC, Žepče, Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Bosnia & Herzegovina

Some transient phenomena in industrial networks are considered in the paper from the theoretical and practical aspect. The paper discusses the phenomena of installing capacitor banks for reactive energy compensation, as well as the short circuit phenomena in the industrial network. These phenomena were also measured in the network real-time operation, through recorded wave forms of currents and voltages, as well as their effective values. The paper is very educational and very clearly presents the phenomenon and its repercussions on the voltage and current.

Questions for discussion:

1. What are the reasons for the conclusion that this matter has not been sufficiently researched in B&H, although such phenomena also occur in any electric power system?
2. How are these transient phenomena monitored an measured in real electric power systems?

### R-2.17 THE EXPERIENCES IN OVERVOLTAGE PROTECTION APPLICATION OF MIDDLE VOLTAGE OVERHEAD LINES

Authors: Aleksandar JANJIĆ, University of Niš, Faculty of Electronics, Niš, Miroslav DOČIĆ, PE EPS, Technical Services Division Leskovac, Leskovac, Aleksandar ANĐELKOVIĆ,PE EPS, Technical Services Division Leskovac, Serbia

The paper presents experience in applying overvoltage protection of 10kV overhead line. Based on registered events on the real considered medium voltage line and correlations in the behaviour of the overhead line, depending on lightning strikes, routes with a greater probability of lightning were obtained. The data base of the available system for detection of atmospheric discharges in real time was used for obtaining data on atmospheric discharges. The information used in the paper is based on the line where equipment was installed for overvoltage protection and experience in its application.

Questions for discussion:

1. After the reconstruction of overvoltage protection of 2012 year, the presented parametres in 2013 were lower, and in 2014 they were considerably higher. As each year has its own characteristics, can the author present an average for several years before and after the reconstruction of overvoltage protection in 2012?
2. Does the author have any data on greater effects of short-circuit protection after the installation of protection spark-gaps?
3. Can the author briefly inform us on the trends of protection in this area, covered by the international EN standards?

**R-2.01**

## TROŠKOVI KOD PREKIDA NAPAJANJA U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA I PRIMENA KOMUTACIONE APARATURE

Jovan NAHMAN, Beograd, Srbija
Dragoslav PERIĆ, VIPOS, Valjevo, Srbija

Predlaže se način proračuna troškova vezanih za prekide napajanja korisnika distributivnih mreža, kao i ocena pouzdanosti. Daje se pregled i kritički osvrt na način prikupljanja i obrade troškova korisnika kod prekida napajanja u različitim zemljama. Ukazuje se na moguća poboljšanja metoda za procenu troškova kod prekida u zavisnosti od vrste, učestanosti i prosečnog trajanja različitih aktivnosti korisnika. Na jednostavnom primeru pokazuje se kako na pokazatelje pouzdanosti i ukupne troškove distributivnog preduzeća usled prekida pogona utiču primena različite komutacione aparature i vrste korisnika.

**Ključne reči:** Pouzdanost, distributivne mreže, troškovi.

## RELIABILITY COSTS IN DISTRIBUTION NETWORKS AND THE APPLICATION OF SWITCHING DEVICES

A new approach in determination of the costs due to supply interruptions to the customers of distribution networks and the way for assessing the reliability of supply are proposed. A critical comment on the way of collecting and assessing the costs of customers due to supply interruptions conducted in various countries is given. The way for a more appropriate determination of interruption costs for a customer is indicated that takes into account the frequency and duration of customer's activities and their overlapping with supply interruptions. The paper proposes a comparatively simple practical method to consider the reliability aspects in reinforcement and expansion planning of distribution networks. A simple distribution network example is used for the illustration of the method proposed and to show the impacts the various switching devices may have upon the network costs and reliability indices.

**Key words:** Reliability, distribution network, costs.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-2.02**

## METODE ZA PRORAČUN NEISPORUČENE ENERGIJE

Miroslav BAČLIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Distributivno područje Novi Sad,
Suzana BONDOKIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Glavni dispečerski centar

Sistematsko praćenje prekida napajanja potrošača i analiza pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije, omogućava kvalitetniji pristup prilikom planiranja održavanja i razvoja upravljanja distributivnom mrežom.

Pored uobičajenih pokazatelja neprekidnosti isporuke električne energije, SAIFI, SAIDI i CAIDI se uobičajeno prate, neisporučena električna energija – ENS (Energy Not Supplied) predstavlja pokazatelj koji se bazira na veličini potrošnje električne energije korisnika.

Neisporučena energija – ENS – predstavlja energiju koju bi sistem isporučio korisnicima da nije bilo prekida u napajanju i kao tako ga treba posmatrati. Pokazatelj ENS se ne bazira na broju pogođenih korisnika distributivnog sistema nego na njihovoj potrošnji. U radu su prikazani načini izračunavanja pokazatelja ENS koji se mogu koristiti.

Uporedne vrednosti pokazatelja ENS za različite načine izračunavanja daju pregled tačnosti korišćenog metoda. Izbor adekvatne metode treba da bude optimalan s dva aspekta: količine podataka i komleksnosti samog proračuna. Treba postići balans između tačnosti – odstupanja i kompleksnosti računa.

Na osnovu predloženih metoda, na distributivnim preduzećima je da u skladu sa svojim mogućnostima i ciljevima izaberu najpogodniju i primenjuju je duži niz godina.

Analizom pokazataelja pouzdanosti se utvrđuju najkritičniji elementi u distributivnoj mreži, a nakon toga se formiraju i planovi za njihovo pojačano održavanje, zamenu ili rekonstrukciju.

**Kljične reči**: kvalitet isporuke, pokazatelji, poređenje, komplesnost, neisporučena energija.

## CALCULATION METHODS FOR ENERGY NOT SUPPLIED

Systematic monitoring of power interrupts and reliability indicator analyses enabled better coordination between maintenance, managing and future expansion of managing utility network.

Beside conventionally reliability indicators for delivered electrical energy SAIFI, SAIDI CAIDI, indicator ENS – Energy Not Supplied is is not based on number of customer without power then on their consumption.

Energy Not Supplied presents energy which customer takes from network without interrupt. In the paper are shown different ways of calculating of indicator ENS which can be used.

Comparing results of ENS calculation for different ways, show results and deviation of each method from correct walue. Decision for right method has two criteria: number of requested data and complexity of calculation. Choice should be balanced bettwen accuracy and complexity of calculation.

Every utility company made her own choice for method based on their possibilities, and than that method should be enforced next several years.

Analysing outage reports, we can determine the most critical parts in utility network, and then we forming list of elements for supstitution and enforced maintance.

**Key words:** Quality of delivered electrical energy, reliability indicators, comparing, complexity, energy not supplied.

**R-2.03**

## PRAVI PROBLEMI KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PODRUČJU VOJVODINE

Jovan ČARNIĆ, EPS ODS Novi Sad, Srbija
Radislav MILANKOV, EPS ODS Ogranak Zrenjanin Pogon Kikinda, Srbija

Rad je rezultat sedmogodišnjeg merenja kvaliteta električne energije na području Vojvodine u 80 tačaka na srednjem naponu distributivnog elektroenergetskog sistema. Merenja su rađena iz dva razloga: prvi, zbog žalbi korisnika distributivnog sistema radi identifikacije i rešenja problema i drugi, zbog kvantifikovanja unošenja zagađenja naponskog talasa od strane novih korisnika DS - izvora električne energije (malih elektrana). U zavisnosti od kompleksnosti problematike, merenja se obavljaju najmanje u dve tačke po dubini i širini mreže. Savremenim tehnologijama osnovne probleme pričinjava dubina propada napona koja dolazi od rada same mreže, bilo distributivne ili prenosne, u režimima kvara, što je stvar operatora. U nekim slučajevima uzrok problema su elektromagnetni procesi unutar pogona, kojih korisnik DS nije svestan, a u nekim slučajevima je u pitanju loše podešenje zaštite korisnika ili loša oprema. Korisnik na problem standardno prst upire u operatora distributivnog sistema (ODS).

**Ključne reči:** kvalitet naponskog talasa, korisnik distributivnog sistema, operator distributivnog sistema (ODS).

## REAL PROBLEMS OF POWER QUALITY AT AREA OF ELEKTROVOJVODINA

These papers are the result of seven-year power quality measurements in the area of Vojvodina in 80 points on the middle voltage level of the distribution power system. The measurements were made for two reasons: first, due to the complaints of the distribution system users for identification and problem solving, and others, due to the quantification of the introduction of voltage wave's pollution by new users of the DS - source of electricity (small power plants). Depending on the complexity of the problem, the measurements are performed at least two points in depth and the width of the network. By modern technologies, the basic problems are the depth of the voltage dropping that comes from the work of the network itself, whether distributive or transmission lines, in the failure modes, which is the operator's matter. In some cases, the cause of the problem is electromagnetic processes inside drives, which the user of the DS is not aware of, and in some cases it is a wrongly setting for user protection or poor quality of the equipment. The user points his finger always to the Distribution System Operator (ODS).

**Key words:** voltage quality, customer in power distribution, power distribution operator.

## ПОКАЗАТЕЉИ КВАЛИТЕТА ИСПОРУКЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ У ОДС НА ТЕРИТОРИЈИ КОНЗУМА БЕОГРАД
## POKAZATELJI POUZDANOSTI ISPORUKE ELEKTRIČNE ENERGIJE U ODS NA TERITORIJI KONZUMA BEOGRAD

Милица ТАУШАНОВИЋ *
ОДС ЕПС Дистрибуција д.о.о. Нови Београд, Република Србија

Основна тежња и циљ сваког дистрибутера електричне енергије, па и ОДС-ЕПС Дистрибуција д.о.о. је поуздано и квалитетно снабдевање корисника електричне енергије. Интерес за реализацијом ових циљева се повећава са развојем тржишта електричне енергије и пооштравањем питања квалитета испоруке електричне енергије. Поузданост испоруке електричне енергије сматра се најважнијом компонентом квалитета електричне енергије и активности електродистрибутивног система се морају развијати у томе смислу да број прекида буде што мањи, а време прекида у напајању што краће.

У раду ће бити приказани неки од показатеља просечне учестаности прекида на конзуму ОДС-ЕПС Дистрибуција Београд. Извршиће се међусобно поређење података, оцењивање поузданости појединих целина, као и удео конзума Београда у односу на цео ОДС. Посебна пажња ће се посветити мерама које је потребно предузети за побољшање поузданости елемената електроенергетских објеката на територији Београда.

**Кључне речи:** показатељи, SAIFI, SAIDI, CAIDI, квалитет, електрична енергија, тржиште, дистрибуција.

## RELIABILITY INDICATORS OF DELIVERY OF ELECTRICITY IN ODS ON THE TERRITORY OF BELGRADE CONSUMPTION

Milica TAUŠANOVIĆ, ODS EPS Distribucija d.o.o. Novi Beograd

The primary aim and object of each electricity distributor, including the ODS-EPS Distribution Ltd. is a reliable and quality supply of electricity users. The interest for the realization of these goals is increasing with the development of the electricity market and tightening issues of quality of supply. Reliability of supply of electricity is considered to be the most important component of quality of electric energy and activity distribution system must be developed in the sense that the number of interruptions to a minimum, and during power cuts as short as possible.

The paper will present some of the indicators of the average frequency of interruptions in the consumption ODS-EPS Distribution Ltd from 2012 to 2017. Will be made a comparison of the data, evaluating the reliability of various themes, and the share of consumption of Belgrade in relation to the whole ODS.Special attention will be paid to measures to be taken to improve the reliability of the elements of power facilities on the territory of Belgrade. It will also provide insight into the rankings branches.

**Key words:** indicators, SAIFI, SAIDI, CAIDI, quality, electricity, markets, distribution.



## REGULACIJA NAPONA U NISKONAPONSKOJ MREŽI PRIMENOM BESKONTAKTNIH REGULATORA

Vladica ALEKSIĆ, JP EPS, Miodrag ZDRAVKOVIĆ, ODS EPS Distribucija, ogranak Vranje,
Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Srbija

Glavne poteškoće u radu NN mreže izazivaju promene napona zbog oscilacija opterećenja. Odstupanja napona javljaju se zbog statičke regulacije napona podešavanjem odvojka transformatora u transformatorskim stanicama gde je napon kompenzovan za prosečne vrednosti opterećenja. U slučaju rada distribuiranog izvora u SN ili NN mreži protok snage je dvosmeran, što znači još više

promena napona u distributivnoj mreži. Visina promena zavisi takođe od konfiguracije i jačine mreže. Upravljanje promenama napona vrši se aktivnom regulacijom napona u transformatorskim stanicama 110/35 (20)kV ili s manjom impedansom kroz pojačanje mreže. Međutim, sve više pažnje poklanja se i regulaciji napona u NN mreži. U ovom radu opisana su praktična iskustva u radu automatskog beskontaktnog regulatora postavljenog na stubu NN nadzemne mreže u ED Vranje. Prikazani su i rezultati merenja napona sa i bez prisustva regulatora i dati zaključci o mogućnostima njihove primene u NN mreži.

**Ključne reči:** napon, promene, beskontaktni, regulator, automatski.

**VOLTAGE REGULATION IN LOW VOLTAGE NETWORK BY APPLYING CONTACTLESS REGULATORS**

The main difficulties in the operation of the LV network are caused by voltage changes due to load oscillations. Voltage divergences occur due to static voltage regulation by adjusting the transformer section in transformer stations where the voltage is compensated for the average load values. In the case of the distributed source operation in the MV or LV network, the power flow is two-way, which provokes even more voltage changes in the distribution network. The change also depends on the configuration and the strength of the network. Voltage change control is performed by actively regulating the voltage in transformer stations 110/35 (20)kV or with a smaller impedance through network reinforcement. However, more attention is paid to regulating the voltage in the LV network. This paper describes practical experience in the operation of an automatic contactless regulator mounted on the LV overhead network in ED Vranje. The results of measuring the voltage with and without the presence of a regulator are presented and give conclusions about the possibilities of their application in the LV network.

**Key words**: voltage deviations, automatic voltage regulator, overhead network.

**R-2.06**

**OPTIMIZACIJA LOKACIJA I SNAGA KONDENZATORSKIH BATERIJA U PRISUSTVU VIŠIH HARMONIKA PRIMENOM GENETSKOG ALGORITMA**

Miloš MILOVANOVIĆ, Jordan RADOSAVLjEVIĆ, Bojan PEROVIĆ,
Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, Srbija

Rad se bavi određivanjem optimalnih lokacija i snaga kondenzatorskih baterija u distributivnim mrežama sa nelinearnim potrošačima. Ovaj nelinearni kombinatorni optimizacioni problem je rešen genetskim algoritmom (GA). Predloženi postupak je testiran na standardnom test sistemu IEEE 18, pri čemu je osnovni cilj optimizacije bio ostvarenje minimalnih godišnjih operativnih troškova sistema uz zadovoljavanje svih relevantnih tehničkih zahteva i ograničenja. Pokazano je da se pravilnim pozicioniranjem i dimenzionisanjem kondenzatorskih baterija mogu ostvariti značajni tehnički i ekonomski efekti.

**Ključne reči:** kondenzatorska baterija, distributivna mreža, viši harmonici, genetski algoritam, optimizacija.

**OPTIMAL PLACEMENT AND SIZING OF CAPACITOR BANKS IN THE PRESENCE OF HIGHER HARMONICS USING GENETIC ALGORITHM**

This paper deals with the problem of determining the optimal placement and sizing of fixed capacitor banks in distribution networks with nonlinear loads. Genetic Algorithm (GA) was employed to solve this non-linear combinatorial optimization problem. The proposed procedure was tested on the standard IEEE 18-bus test system where the primary goal of optimization was to achieve minimum annual operating costs of the system with meeting all the relevant technical requirements and limitations. Calculations showed that proper placement and sizing of capacitor banks can achieve significant technical and economic effects.

**Key words:** capacitor banks, distribution systems, higher harmonics, genetic algorithm, optimization.

**R-2.07**

## POBOLJŠANJE NAPONSKIH PRILIKA KOD KRAJNJIH KUPACA U VANGRADSKOJ- SEOSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Nenad ZLATKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak ED Aranđelovac, Srbija
Nikola LAKETIĆ, Aleksandar TATALOVIĆ, Avalon partners, Srbija
Goran ŽIVKOVIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Aranđelovac, Srbija
Nikola KRUŠKOVIĆ, EPS Distribucija, Ogranak ED Aranđelovac, Srbija

U radu je predstavljen praktičan model za poboljšanje naponskih prilika kod krajnjih kupaca u seoskoj sredini primenom postrojenja sa namenskom regulacijom tokova reaktivnih snaga, baziranog na korišćenju kondenzatorskih baterija i primenom uređaja VROT-18. Analizom kvaliteta napona kod konkretnih krajnjih kupaca u seoskoj sredini, uočena su odstupanja određenih parametara kvaliteta napona od vrednosti propisanih važećim normama. Simulacijom dela distributivne mreže kojom se napajaju dati korisnici, određena je optimalna lokacija i snaga postrojenja za poboljšanje naponskih prilika. Simulacijom ugradnje postrojenja izvršena je analiza kvaliteta napona koja treba da pokaže da se ovim postrojenjem može izvršiti popravak naponskih prilika u konkretnom slučaju. Merenja kvaliteta napona su vršena mrežnim analizatorima visoke klase tačnosti u skladu sa normom IEC 61000-4-30. Analiza dobijenih rezultata vršena je u skladu sa zahtevima koji su strožiji od zahteva norme SRPS EN 50160 i od zahteva Pravila o radu distributivnog sistema. Cilj rada je da predstavi relativno jednostavan i ekonomičan način za poboljšanje naponskih prilika u slučajevima gde su krajnji kupci dosta udaljeni od transformatorskih stanica, a investicija u izgradnju novih stanica nije isplativa.

**Ključne reči:** Kvalitet napona, mrežni analizator, simulacija mreže, stabilizacija naponskih prilika.

## IMPROVING THE VOLTAGE CONDITIONS OF END - CUSTOMERS AT RURAL DISTRIBUTION GRID

This paper presents a practical model for improving end- customer's voltage conditions in rural areas by using a plant with reactive power flow control, based on the use of capacitors and VROT-18. By analyzing the voltage quality of specific end-customers in the rural environment, values of certain parameters of the voltage quality deviated from the values prescribed by the valid norms. By simulating the part of the distribution grid that supplies near customers, the optimal location and power of the plant for improving the voltage conditions is determined. Simulation of the installation of the plant performed the analysis of the voltage quality that should show that this method can improve voltage conditions in the concrete case. The measurements were carried out by power quality analyzers of high accuracy class in accordance with IEC 61000-4-30. Analysis of the obtained results was performed in accordance with requirements more stringent than SRPS EN 50160 and more stringent than requirements of the Distribution grid code. The aim of the paper is to present a relatively simple and economical way to improve voltage conditions in cases where end customers are far away from transformer stations, and the investment in building new substations is not profitable.

**Keywords**: Voltage quality, power quality analyzer, network simulation, stabilization of voltage conditions.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-2.08**

## UTICAJ VIŠIH HARMONIKA NA KVALITET ISPORUČENE ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ DISTRIBUTIVNOG SISTEMIMA

Goran SEKULIĆ, Saša ILIĆ, Zoran MAKEVIĆ
Elektromreža Srbije, Srbija

U radu su opisani viši harmonici, koji u velikoj meri utiču na kvalitet električne energije koju potrošačipreuzimaju iz distributivne mreže. Oni narušavaju kvalitet električne energije tj. kvalitet napona, a samim tim istruje koju potrošači prilikom eksploatacije uzimaju

iz mreže. Viši harmonici su nepoželjni u distributivnimmrežama jer se sabiraju sa osnovnim harmonikom napona, tako da dolazi do njegovog izobličenja, štoprouzrokuje probleme u napajanju osetljivih potrošača (npr. medicinske opreme, koja zahteva za svoj radprostoperiodičan napon). Objašnjena je pojava viših harmoničnih komponenti struje i napona (višihharmnonika), kao i uticaj kompenzacije reaktivne energije na više harmonike u distributivnoj mreži. Kroz studijuslučaja predstavljeno je na konkretnom primeru zašto i kako nastaje pogoršanje kvaliteta napona, odnosno kakopogrešan izbor opreme za kompenzaciju reaktivne snage utiče na kvalitet električne energije.

**Ključne reči**: kvalitet električne energije, kompenzacije reaktivne energije, harmonične komponente struje inapona, studije slučaja.

**INFLUENCE OF HIGHER HARMONICS ON QUALITY OF DELIVERED ELECTRICAL ENERGY SUPPLIED FROM THE DISTRIBUTION SYSTEM**

The paper examines higher harmonics which largely influence the quality of electrical energy, which are suppliedto appliances through the distribution system. Higher harmonics diminish the quality of electrical energy, i.e. thevoltage quality which decreases the quality of electrical energy delivered to the appliences during exploitation ofthe system. Higher harmonics are not desirable in the distribution systems due to their addition with basicharmonic of voltage which influences its distortion and causes problems in power supply of sensitive users (forexample medical equipment which requires sinusoidal voltage). Further on, the paper demonstrates how the totalharmonic distortion of the voltage and electricity is calculated, and describes the causes of higher harmonicsoccurrence. The problems which occur due to higher harmonics and methods for their elimination are described.The phenomenon of higher harmonic current and voltage components (higher harmonics) is explained, as well asthe impact of reactive power compensation on higher harmonics in the distribution network. A case study hasbeen included to show by concrete example why and how voltage quality deterioration takes place, i.e. how thewrong choice of reactive power compensation affects the electric power quality.

**Key words**: quality of electrical energy, the impact of reactive power compensation, harmonic distortion of thevoltage and electricity, harmonic distortion of the voltage and electricity.

**R-2.09**

**MERENJE SLOŽENOPERIODIČNE STRUJE U ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI**

Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Zoran MITROVIĆ, Dragan PEJIĆ, Boris ANTIĆ, Platon SOVILJ
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Elektronski uređaji danas koriste napajanja i ispravljače sa prekidačkim kolima energetske elektronike više i češće nego ikada ranije. Kada njihova zbirna snaga dostigne značajnu vrednost, oni uzrokuju degradaciju talasnih oblika napona i struje u elektrodistributivnoj mreži. Eksponencijalni rast tržišta personalnih elektronskih uređaja i povećani zahtevi za „brzim“ (kratkotrajnim) punjenjem postavljaju nove zahteve pred održavanje distributivne mreže, a posebno pred merenja spektra signala. Postojeći standardi i regulative koje se odnose na kvalitet električne energije definišu okvir za merenje i kontrolu frekvencijskog sastava naponskih signala. Prema tim dokumentima, napon se, sa promenljivim stepenom odgovornosti, u zavisnosti od ugovora sa potrošačima, smatra problemom o kome računa treba da vode elektroenergetske kompanije. Međutim, za monitoring spektra strujnih signala uglavnom ne postoje ni odgovarajući standardi ni adekvatne metode koje bi dale zadovoljavajuću tačnost i ponovljivost merenja.

Merenje velikih složenoperiodičnih struja je ozbiljan problem, jer se one obično mere pomoću strujnih mernih transformatora, a oni se ponašaju kao nisko-propusni filtri i eliminišu više harmonike.

Osobina strujnih mernih transformatora sa magnetnim jezgrom da zbog zasićenja magnetnog kola eliminišu više harmonike dovodi do značajne greške prilikom merenja struje.

Jedno od mogućih rešenja problema veoma tačnih merenja složenoperiodične struje u distributivnoj mreži je upotreba kalema Rogovskog uz upotrebu stohastičke metode i IMH merila.

Svrha merenja prikazana u ovom radu je da ukaže na jedan moguć, veoma precizan, metod za ustanovljavanje spektralnog sastava složenoperiodičnih struja koje se javljaju na prvoj tački niskonaponske distributivne mreže – na distibutivnom transformatoru. Pošto jezgro transformatora deluje kao niskopropusni filtar, viši harmonici struja ne propagiraju ka transportnom delu mreže, pa je merenje ovih harmonika iza te tačke od slabog interesa. U ovom slučaju izabran je transformator u informatičko-poslovnoj zoni grada, dakle onaj za koji je dobro poznato da je opterećen velikim brojem personalnih računara, punjača mobilnih telefona, laptopova i tableta.

**Ključne reči:** Merenje složenoperiodične struje u elektrodistributivnoj mreži.

## MEASUREMENT OF NON-SINUSOIDAL ELECTRICAL CURRENT IN POWER GRID

Almost all contemporary electronic devices have switching power sources and rectifiers. Their significant combined power can cause degradation of voltage and current waveforms in power grid. Exponential growth of electronic devices market and increased requests for fast (short-term) charging set new set of rules for power grid maintenance, especially in the field of signal spectrum measurement. Existing standards and regulations for power quality define the frame for measurement and control of frequency spectrum of voltage signals. According to these documents, the voltage is considered (with variable degree of responsibility according to contracts with consumers) as a problem that power companies are due to cope with. However, for the current spectrum monitoring generally there are neither corresponding standards nor adequate methods which will give satisfactory accuracy and repeatability of measurements.

Measurement of large complex periodic currents presents a serious problem. They are usually measured using current measuring transformers which behave like low-pass filters and thus eliminate higher harmonics.

The property of current measuring transformers with magnetic core that, due to magnetic circuit saturation, eliminate higher harmonics, leads to significant errors in current measurement.

One of possible solutions for precise non-sinusoidal currents in power grid is use of Rogowski coils with stochastic additive A/D conversion and IMH device.

The purpose of measurements shown in this paper is to point out a possible, precise, method for spectral analysis of complex current waveforms which are present at the first point of low voltage grid – at the distributive transformer. This transformer acts as a low pass filter, so higher harmonics are not propagated further to the grid and measurement of higher harmonics is of small interest beyond that point. This paper shows measurement results at the transformer in the IT business zone in the city, the one where is well known that most of the consumers are personal computers, mobile phone chargers, notebooks and tablets.

**Key words**: Measurement of non-sinusoidal electrical current in power grid.

**R-2.10**

## PROVERA MERENJA PROTOKA ELEKTRIČNE ENERGIJE DTS 20/0,4kV NA PODRUČJU ED SOMBOR ISKUSTVA I ZAPAŽANJA

Vidoje MIJATOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo “, Ogranak Elektrodistribucija Sombor,
Milan RADUNOVIĆ, ODS „EPS Distribucija doo“, Ogranak Elektrodistribucija Sombor, Srbija

Sistematska provera merenja protoka električne energije u DTS 20/0,4kV na području Elektrodistribucije (ED) Sombor su se počela vršiti 2009. godine kada je težnja da se smanje netehnički gubici istaknuta kao primarni cilj naše bivše kompanije - Elektrovojvodine. Radilo se u nekoliko pravaca. Napravljena je ažurna baza potrošača u okviru aplikacije „Bilans tokova energije“ - BTE i intenzivirao se rad na njihovom pridruživanju njihovim transformatorskim područjima sa jedne strane, a sa druge strane je stavljen akcenat na tačnost očitavanja potrošnje kupaca i proveru merenja protoka električne energije DTS 20/0,4kV. Svaki ogranak je dobio instrukciju da, u skladu sa svojim tehničkim mogućnostima, napravi proceduru po kojoj bi se na najbolji mogući način mogla proveriti ispravnost celog sistema merenja protoka električne energije i, po mogućnosti, na licu mesta otkloniti uočene nedostatke. Na ovaj način, sa ispravnim merenjem je, pre svega, proveravana ispravnost pridruživanja potrošača, što je bio preduslov za otkrivanje DTS na čijem se konzumu najverovatnije nalazi neovlašćena potrošnja električne energije. Od tada do danas je stručna služba Merenja i zaštite (MIZ) ED Sombor imala 685 provera merenja protoka u kojima je provereno 517 DTS 20/0,4kV (mnoge su proveravane po dva i tri puta). U ovom radu smo opisali proceduru provere, ispitne liste, najčešće uzroke neispravnosti, procenu pouzdanosti brojila električne energije nekih domaćih proizvođača, kao i predloge kako da se poveća pouzdanost ovog merenja.

**Ključne reči**: merenje protoka električne energije, pridruživanje, neovlašćena potrošnja.

## CHECKING THE FLOW MEASUREMENT OF ELECTRICITY AT DTS 20 / 0.4kV IN ED SOMBOR- EXPERIENCES AND OBSERVATIONS

Systematic verification of the flow of electricity measuring in substations DTS 20/0.4kV in the area of ED Sombor began in 2009, when the tendency to reduce non-technical losses emerged as the primary goal of our former company - Elektrovojvodina. It was conducted in several directions. First it was creating correct database of consumers as a part of the application “Energy flow bilans” – BTE and the work on the correct association of consumers to their transformer stations. Second, emphasis is placed on accuracy of reading electricity meters at the final consumer and on the checking of the flow measurement of electricity DTS

20/0.4kV. Each DSO branch was instructed, in accordance with its technical capabilities, to make the procedure which would check the validity of flow measurement in the entire system in the best possible way, and to remove the identified deficiencies on the spot if it is possible. In this way, with the correct measurement primarily checks the validity of association of consumers to their DTS, which is a prerequisite for the detection of DTS where consumption is possibly unauthorized. Since then, the professional service for measurement and protection (MIZ) ED Sombor has had 685 electricity flow measurement checks that checked 517 DTS 20/0.4kV (many of them were checked twice or three times). In this paper, we have described the validation protocol, the test sheets, the most common causes of defects, the evaluation of reliability on electricity meters of some domestic manufacturers, as well as suggestions how to increase the reliability of measurement.

**Keywords**: electricity flow measurement, consumer assignment, unauthorized consumption**.**

**R-2.11**

## MEREJE I ANALIZA NESIMETRIJE U NISKONAPONSKOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Goran ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

Rad analizira uticaj nesimetrije u niskonaponskoj distrubutivnoj mreži na uvećanje gubitaka aktivne snage koristeći podatke o merenim veličinama na SCADA iz merno-kontrolnih ormana, kojih do ovog trenutka ima OKO 350 na konzumu elektrodistribucije Beograd. Gubici u transformatorima i VN mreži nisu predmet ove analize. MKO (NTPM) meri širok set podataka, od kojih se za ovakve analize mogu koristiti podaci o faznim strujama, aktivnoj i reaktivnoj (ili prividnoj) snazi po fazama. Faktori snage po fazama se takodje mere a mogu se i izračunati iz aktivne i reaktivne snage. Ova analiza je obuhvatila 100 TS 10/0.4kV koristeći srednje 15-minutne veličine. Gubici aktivne snage u nesimetričnoj mreži su veći od gubitaka aktivne snage u simetričnoj mreži iz dva razloga: zbog nejednolike raspodele struje po fazama i zbog postojanja struje u neutralnim provodnicima 0.4kV distributivne mreže. U radu je prvo data metoda izračunavanja uvećanja gubitaka usled nesimetrije, a zatim je uvećanje izračunato za period Januar 2016 - Maj 2016 na konzumnim područjima TS 10/0.4kV gde su ugradjeni MKO. Uvećanje gubitaka se može izračunati samo ako se uporede gubici aktivne energije konkretnog nesimetričnog sistema gde su izmerene jačine struja po fazama sa pretpostavljenim referentnim (idealnim, fiktivnim) simetričnim sistemom. Taj pretpostavljeni simetrični sistem treba da ima jednake jačine struja po fazama, i da su fazni stavovi tih struja medjusobno pomereni za trećinu periode, tj. 120°. Najprirodnije je usvojiti da u tom referentnom uravnoteženom sistemu teku simetrične struje po modulu jednake srednjoj vrednosti izmerenih struja po fazama nesimetričnog sistema I_sim=((I_1+I_2+I_3 ))/3. Izlazni rezultat izračunavanja je procentualno uvećanje gubitaka usled nesimetrije u odnosu na idealni simetrični sistem.Izložena je i alternativna metoda proračuna svodjenjem nesimetričnog sistema faznih stuja na direktnu, inverznu i nultu komponentu.Da bi se stekla predstava ne samo o procentualnom uvećanju gubitaka nesimetrije, nego i o apsolutnom iznosu u jedinicama mere, izložen je jedan način proračuna gubitaka u 0.4kV simetričnoj mreži i primenjen na tipske distributivne TS.Zbog ograničenog prostora u ovom radu nisu prikazani rezultati izračunavanja (tabele, slike) za sve obradjene TS, već samo za neke i nije dato u celosti izvodjenje većine obrazaca.

**Ključne reči:** merenje, analiza, izračunavanje, gubici, snaga.

## MEASUREMENT AND ANALYSIS OF UNBALANCED LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK

This paper analyzes the impact of asymmetry in low voltage distrubution network on power losses. SCADA data is used received by Measuring and Control Cabinets (MCC), which until this moment there are about 350 in the consumption area of ODS-Belgrade. Power Losses in distribution transformers and medium-voltage network are not the subject to this analysis. MCC measures the broad set of data. This analysis uses the measured values of phase voltage, currents, active, reactive and apparent power. MCC measures the phase power factors, but this can be calculated from active and reactive power. The average 15-minute values from 100 TS 10/0.4kV is used in the paper. Active power losses in unsymmetrical network are greater than the power losses in a symmetrical network for two reasons: because of the unbalanced phase currents distribution and because of presence of current in neutral conductor. The paper is first provided a method of calculating the increase of power loss due to the unbalance, and then the increased power losses is computed for the time period from January 2016 to May 2016, using the data from MCC in TS 10 / 0.4kV.Increase of power losses can be expressed only if losses in unbalanced network with measured current values are compared to active power losses in ideal (fictitious) symmetrical system. This ideal symmetrical system should have the currents witch are equal in every phases and the phase angle differences equal to 120 degree. The most natural approach is to adopt that the average value of different measured phase currents in unbalanced system is equal to phase current in symmetrical network, Isym=(I1+I2+I3)/3. Output of calculation is the percentage increase of losses due to the asymmetry in relation to the ideal

symmetrical system.An alternative method of computation using positive, negative and zero sequence components is also used in the paper for comparison to first method.The percentage increasing in active power losses as well as power increase in watts is developed in the paper and method is applied for typical TS 10/0.4kV. Due to the limited space the results of calculation (tables, figures) for all processed TS are not shown. Also in mathematical formulas algebraic manipulations are omitted.

**Keywords:** Keywords: measurements, computation, power losses.

**R-2.12**

## KVALITET ELEKTRIČNE ENERGIJE GENERISANE IZ KROVNE PV ELEKTRANE STAMBENOG OBJEKTA U VRANJU

Aleksandra GRUJIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija u Beogradu, Srbija
Srđan TODOROVIĆ, JP EPS, Tehnički centar Vranje, Srbija

Kvalitet potrošača sa aspekta elektrodistributivnog preduzeća je uglavnom vezan za kvalitet struje u priključnom vodu potrošača. Nivo harmonika koji neki potrošač na određenom naponskom nivou sme injektirati u distributivnu mrežu zavisi od krutosti mreže u tački priključenja potrošača. Zbog varijacije snage i karaktera potrošnje, za pravilno sagledavanje parametara kvaliteta električne energije nekog potrošača potrebno je vršiti kontinuirana merenja pokazatelja kvaliteta električne energije na priključnom mestu u dužem vremenskom periodu.

U ovom radu su predstavljena merenja i analiza svih relevantnih parametara kvaliteta električne energije u tački primopredaje energije iz fotonaponske elektrane (PV elektrane) u elektrodistributivnu mrežu. PV elektrana se nalazi na krovnoj površini stambenog objekta u Vranju instalisane snage 29,89kWp sa planiranom godišnjom proizvodnjom električne energije od 33 MWh koja bi se isključivo injektirala u elektrodistributivnu mrežu. PV elektrana je na elektrodistributivnu mrežu priključena preko trasnformatorskestanice10/0,4kV/kV. PV elektrana se sastoji iz 122 PV panela, koji je svaki snage od po 245 Wp i to raspodeljen na dve strane krova. Na jednoj strani krova grupisano je 60 PV panela sa ukupnom instalisanom snagom od 14,7kWp, dok je na drugoj strani krova grupisano 62 PV panela sa ukupnom instalisanom snagom od 15,19kWp. Instalirana su dva invertora instalisanih snaga 15kW i 12kW. Kao merni sistem za merenje parametara kvaliteta električne energije upotrebljavani su mrežni analizatori CVM-NG proizvođača Cirkutor. Merni period obuhvatio je sedam dana neprekidnog merenja. Prikazani su mereni rezultati i izvršena je obrada i analiza dobijenih parametara kvaliteta električne energije iz PV elektrane.

**Ključne reči**: kvalitet elektične enegije, PV elektrana, mrežni analizator, invertor.

## THE QUALITY OF ELECTRICAL POWER PRODUCED BY ROOF PV POWER PLANT IN VRANJE

The quality of the electricity in distribution electricity network is mainly related to the quality of the electricity in the supply point. The harmonics that a consumer may inject into the distribution electricity network depends on the stiffness of the distribution electricity network at the point of connection of the consumer. Due to the variation of the electrical power, for the proper understanding of the quality parameters of the electrical power of a consumer it is necessary to be carried out continuous measurements of the electricity quality indicators at the connection point in a longer period.

This paper presents measurements and analysis of all relevant parameters of the quality power in the point of connection from the photovoltaic power plant (PV power plant) into the electricity distribution network. The PV power plant with 29.89kWp is located on the roof of a residential building in Vranje with the planned annual production of electricity of 33MWh which would be only injected into the electricity distribution network. The PV power plant is connected to the electricity distribution network through a transformer station 10/0.4kV/kV. The PV power plant consists of 122 PV panels, each with a power of 245Wp and placed on two sides of the roof. On one side of the roof are installed 60 PV panels with a total installed power of 14.7kWp, while on the other side of the roof are installed 62 PV panels with a total installed power of 15.19kWp. Two inverters of installed power of 15kW and 12kW were installed. Network measurement analyzers CVM-NG manufactured by Cirkutorwere used as measuring system for measuring electrical power quality parameters. The measuring period encompassed seven days of continuous measurement. Measured results are presented and the processing and analysis of the obtained parameters of the quality of electricity from the PV power plant was performed.

**Key words**: quality of electrical power, PV power plan, network measurement analyzer, invertor.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## ISPUNJENJE KRITERIJUMA DOZVOLJENIH STRUJA VIŠIH HARMONIKA PRI PRIKLJUČENJU FOTONAPONSKIH ELEKTRANA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM

Zoltan ČORBA, Dragan MILIĆEVIĆ, Boris DUMNIĆ, Vladimir KATIĆ, Bane POPADIĆ
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Srbija

U Srbiji je do sada na distributivni sistem (DS) priključeno skromnih 9MW fotonaponskih elektrana (FNE). Od ukupne instalisane snage više od pola čine pet elektrana (2x2MW, 1x1MW, 1x0,5MW). Ostale elektrane su manjih snaga i uglavnom su krovne FNE. Po pravilima o radu distributivnog sistema da bi se elektrana priključila na DS potrebno je ispuniti tehničke uslove definisane sa šest kriterijuma. Pored toga, elektrana treba da je opremljena zaštitnim i drugim uređajima koji štite DS i generator od oštećenja. Uslovi koji su definisani odobrenjem za priključenje takođe moraju biti ispunjeni prilikom priključenja elektrane.

U radu će ukratko biti predstavljeno nekoliko FNE koji funkcionišu širom Srbije. Sve ove elektrane rade paralelno sa DS i svu proizvedenu količinu električne energije predaju u DS. Između ostalog biće opisane dve elektrane koje se nalaze na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Prilikom priključenja ovih elektrana izvršena su merenja sa trofaznim analizatorom kvaliteta električne energije. Mereni su osnovni parametri električne energije: frekvencija, napon, struja, aktivna, reaktivna i prividna snaga, faktor snage, ukupno harmonijsko izobličenej napona i struje, kao i pojedinačna harmonijska izobličenja struje. Merenja su bila neophodna da bi se utvrdili uslovi ispunjenja nekih od šest kriterijuma. Biće predstavljene dobijene vrednosti merenja nabrojanih parametara. Naglasak će biti na prikazu dobijenih vrednosti pojedinačnih harmonijskih izobličenja struje. Za sve FNE će biti prikazan postupak određivanja ispunjenosti kriterijuma dozvoljenih struja viših harmonika.

Na kraju će se na osnovu iskustvenih rezultata izvesti opšti zaključak o problematici priključenja FNE na distributivni sistem u Srbiji.

**Ključne reči:** kvalitet električne energije, fotonaponske elektrane, harmonijska izobličenja struje.

## FULFILLING THE MAXIMUM PERMISSIBLE CURRENT HARMONICS CRITERION IN GRID CONNECTED PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS

Currently, grid connected photovoltaic (PV) power plants in Republic of Serbia have a humble 9 MW of installed power in total, with more than half concentrated within five installations (2x2MW, 1x1MW, 1x0,5MW). The remaining installed power mostly consists of roof mounted PV panels. In all the relevant documents that regulate the field of renewable energy sources (RES) in Serbia, there are 6 basic criteria to be fulfilled in order for grid connection to be allowed. All subsequent requirements introduced by the requirements for system designing and connection, issued by the authorized distribution network operator, have to be met accordingly. In addition, the documents contain the basic requirements for system protective and anti-islanding detection devices.

The paper will present several grid connected PV power plants operating in Serbia, with the total generated electrical energy delivered to the distribution system. Two PV power plants, operational at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad, will also be included. During the first and subsequent operations of the respective PV systems, the basic parameters of the electrical quantities, such as frequency, voltage, current, active power, reactive power, apparent power, power factor, total harmonic distortion of current and voltage were measured using power quality analyzer. The measurement results, used to determine if the grid connection requirements were met, will be presented within the paper. The attention will be given to the individual current harmonic distortion, while the maximum permissible current harmonics criterion verification process will be given for all included systems.

Finally, a summary on the PV system grid connection issues in Serbia will be given based on the accumulated experience in system design, operation, supervision and maintenance.

**Key Words**: Power quality, PV power plant, Current harmonics.

**R-2.14**

## SMANJENJE INJEKCIJE POREMEĆAJA U DISTRIBUTIVNU MREŽU USLED RADA POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU PELETA

Nikola LAKETIĆ, Avalon Partners, Elektrotehnički fakultet, Beograd,
Borko ČUPIĆ, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

U radu se prikazuje praktični rezultati na smanjenju injekcije poremećaja u distributivnu mrežu usled dinamike rada linije za drobljenje drveta. U pogonu za proizvodnju peleta radi linija drobilice koju pokreću elektromotori 2x250kW, 0.4kV. Tokom procesa drobljenja stabala, koji traje oko 3 sekunde, struja pogona dostiže 4.75 Imn, tj. oko 3430 A. Proces drobljenja se ponavlja svake 3-4 sekunde. Ovakav profil opterećenja stvara značajne padove napona kako u industrijskoj tako i u distributivnoj mreži. Zbog velike injekcije poremećaja pretila je opasnost da fabrika bude isključena sa distributivne mreže. Rešenje je pronađeno u instalaciji postrojenja za kompenzaciju reaktivne snage u realnom vremenu, koje je smanjilo injekciju poremećaja na prihvatljiv nivo i stabilizovalo napon u postrojenju. U radu se predstavljaju rezultati merenja pre i posle izvršenog projekta, sa analizom najvažnijih parametara kvaliteta napona.

**Ključne reči:** Injekcija poremećaja, fliker, kompenzacija reaktivne snage, real-time regulacija.

## MITIGATING DISTURBANCE INJECTION INTO UTILITY GRID FROM WOOD PELLET PLANT

This paper presents a practical solution for mitigation of disturbance injection into distribution grid. The wood pellet production line comprises two crusher motors 2x250kW, 0.4kV. During crushing stage, that takes aprox 2-3 seconds, the working current reaches 4.75 In_motor, i.e. around 3430 A. Crushing stage repeats every 3-4 seconds. Such a dynamic load profile creates significant voltage drops in industrial as well as in distribution grid. Due to high disturbance injection into the grid, local utility was about to switch off the user from the network. A mitigating solution was found in a real time power factor correction device, that reduced disturbance injection to acceptable level as well as stabilized voltage drops inside the factory. The paper presents experimental measurements before and after the installation of equipment, with analysis of main power quality parameters

**Key Words**: disturbance injection, power factor correction, real time regulation.

**R-2.15**

## KOORDINACIJA IZOLACIJE OKLOPLJENOG I GASOM IZOLOVANOG POSTROJENJA 110kV SA DUGAČKIM KABLOVSKIM PRILAZOM

Milan SAVIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija
Sima TATALOVIĆ, Kodar Energomontaža d.o.o, Srbija
Tomislav RAJIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija

U radu se razmatra zaštita SF6 gasom izolovanog postrojenja (GIS) 110kV i pripadajućeg transformatora 110/10kV od atmosferskih prenapona koji dolaze po kablu dužine 4800 m. Zbog direktnog kablovskog uvođenja u GIS (utične "plug-in" kablovske završnice), ne postoji mogućnost postavljanja odvodnika prenapona ispred postrojenja. Razmatra se problem da li je dovoljan samo po jedan set odvodnika prenapona koji štiti svaki od transformatora 110/10kV ili je potrebno postaviti dodatni set odvodnika prenapona unutar GIS-a, što značajno poskupljuje prenaponsku zaštitu.

Specifičnost problema zaštite GIS-a sa dugačkim kablovskim prilazom je što najveći uticaj na nivo prenapona ne zavisi od otpornosti uzemljivača postrojenja koje se štiti, već od otpornosti uzemljivača postrojenja koje je na drugom kraju kabla po kome

nailaze prenaponi sa nadzemnog voda, kao i otpornosti uzemljivača stubova nadzemnog voda 110kV. Pri tome se javlja paradoks da povećanje otpornosti uzemljivača stubova nadzemnog voda poboljšava zaštitu gasom izolovanog postrojenja, što je opisano u radu.

**Ključne reči:** Odvodnici prenapona, Atmosferski prenaponi, Impedansa uzemljenja.

**GAS INSULATED SUBSTATION WITH LONG CABLE FEEDER INSULATION COORDINATION**

The overvoltage protection of the SF6 Gas Insulated Switchgear (GIS) 110kV with feeder cable length 4800 m is described. It is not possible to install the surge arrester at the GIS entrance due to direct cable to GIS interface (plug-in cable connection). The main issue of the study is the of investigation if overvoltage protection with only one set of surge arresters close to the power transformer is sufficient, or application of additional set of encapsulated surge arresters inside the GIS is necessary, which is much costly solution.

The long cable feeder makes the insulation coordination problem specific. The grounding impedance of the analyzed substation has no influence to the lightning performance. The grounding impedance of the substation on the other end of feeding cable together with the grounding impedance of the 110kV impinging overhead line (OHL) have dominant influence to the GIS and connected transformer lightning performance. The paradox is noticed that the increase the OHL towers grounding impedance value improves lightning performance of GIS at another end of the long cable.

**Key words:** Surge arresters, Lightning overvoltages, Grounding impedance.

**R-2.16**

**NASTANAK I MANIFESTACIJE TRANZIJENTNIH POJAVA U INDUSTRIJSKIM MREŽAMA**

Vlado TADIĆ, "TING" d.o.o. Žepče,
Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina

U predmetnom radu predstavljane su teorijski i emipirijski tranzijenitne pojave koje se najčešće javljaju na industrijskim mrežama. Modernizacija industrijskih postrojenja sa sobom sve više uvodi nelinearne komponente koje za posljedicu imaju složene prelazne pojave i tranzijente u mreži. Cilj izrade predmetnog rada bio je doprinos u sagledavanju postojećeg i prognoziranog stanja sa aspekta otkrivanja, analize i ublažavanja negativnog uticaja istih na distributivni sistem. U radu su detaljno izloženi rezultati mjerenja tranzijentnih pojava provedeni na niskonaponskoj industrijskoj mreži.

**Ključne reči:** Prelazne pojave, tranzijenti.

**THE OCCURRENCE AND MANIFESTATIONS OF TRANSIENT PHENOMENA IN INDUSTRIAL NETWORKS**

In this paper we present the theoretical and empirically transient phenomena occurring on the industrial network. Modernization of industrial plants is increasingly introducing non-linear components that result in complex transitional phenomena and transients are transmitted. The aim of this paper was to contribute to the examination of the existing and the forecasted situation from the aspect of discovering, analyzing and mitigating the negative impact of the same on the distribution system.This paper prezent the also results of the measurements transients carried out on the low voltage industrial network.

**Key words:** transient phenomena, transients.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## ISKUSTVA U PRIMENI ZAŠTITE OD PRENAPONA NADZEMNIH VODOVA SREDNJEG NAPONA

Aleksandar JANJIĆ, Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Srbija
Miroslav DOČIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Leskovac, Srbija
Aleksandar ANĐELKOVIĆ, JP EPS, Odsek za tehničke usluge Leskovac, Srbija

Jedan od značajnijih uzroka kvarova na nadzemnim vodovima srednjeg napona su atmosferski prenaponi. Oni se mogu javiti na različitim mestima duž trase voda i na različite načine. Najčešće su to udari u blizini trase, u vrh stuba ili u zaštitno uže, ali i direktno u fazni provodnik. Tom prilikom dolazi do indukovanja prenapona ili pojave preskoka na faznim provodnicima. Da bi se smanjio broj i trajanje prekida napajanja u isporuci električne energije, neophodno je nadzemni vod opremiti odgovarajućim brojem zaštitnih elemenata.

U radu su prikazana iskustva u primeni zaštite od prenapona nadzemnog izvoda 10kV. Najpre je dat kratak osvrt na postojeću regulativu. Zatim su, na osnovu registrovanih događaja na realnom razmatranom izvodu srednjeg napona i korelacije ponašanja nadzemnog voda u zavisnosti od udara gromova, dobijene deonice sa većom verovatnoćom udara gromova. Za dobijanje podataka o atmosferskim pražnjenjima korišćena je baza podataka dostupnog sistema za automatsko detektovanje atmosferskih pražnjenja u realnom vremenu. Rezultat rada su lokacije na izvodu na kojima je izvršena ugradnja opreme za zaštitu od prenapona i iskustva u njenoj primeni.

**Ključne reči:** nadzemni vod, prekid napajanja, zaštita od prenapona, atmosfersko pražnjenje, verovatnoća udara groma, lokacija na izvodu.

## THE EXPERIENCES IN OVERVOLTAGE PROTECTION APPLICATION OF MIDDLE VOLTAGE OVERHEAD LINES

One of the most important causes of faults in medium voltage overhead lines is atmospheric overvoltage. They can occur at different locations along the line route and in different ways. These are usually strikes near the route, at the top of pole or in the shielded wire, but also directly in the phase conductor. On that occasion, an overvoltage or surge on phase conductor is inducted. In order to reduce the number and duration of power failure in electricity distribution, it is necessary to equip the overhead line with appropriate number of protective elements.

In this paper the experiences in overvoltage protection application of overhead 10kV feeder is presented. First, a brief overview of the existing regulative is given. Then, based on registered events on the real considered middle voltage feeder and the correlation of overhead line behavior depending on lightning strikes, the feeder sections with higher probability of lightning strikes are obtained. In order to obtain atmospheric discharges data, a database from available real-time system for automatic detection of atmospheric discharges is used. The results are feeder locations on which the overvoltage protection equipment is installed and the experiences in its application.

**Key words:** overhead line, power failure, overvoltage protection, atmospheric discharge, lightning strike probability, feeder location.

Izveštaj STK 3

**Stručna komisija 3:**

**ZAŠTITA I UPRAVLJANJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIM SISTEMIMA**

Predsednik komisije: mr Dušan VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 20 (dvadeset) radova, od čega je 18 (osamnaest) usvojeno kao referati (R), a 2 (dva) su usvojena kao Informacije (I). S obzirom na veliki broj radova u stručnoj komisiji i radi efikasnijeg rada na sesijama, izvršeno je grupisanje radova u tri teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema iz poziva za pisanje referata:

**Tema 1 – Upravljanje elektrodistributivnim mrežama**
**Stručni izvestilac je mr Dušan VUKOTIĆ iz ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd.**
U ovoj temi prihvaćeno je 5 (pet) radova i 2 (dve) informacije u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
1. Strategije pri zameni SCADA sistema.
2. Primena energetskih aplikacija u elektrodistributivnim preduzećima.
3. Automatizacija elektrodistributivnih mreža.
4. Optimizacija rada elektrodistributivne mreže.

**Tema 2 – Zaštita elektrodistributivnih mreža**
**Stručni izvestilac je Dalibor Nikolić iz ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd.**
U ovoj temi prihvaćeno je 9 (devet) radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
1. Strategije pri rekonstrukciji relejne zaštite i uvođenju sistema za nadzor i upravljanje u transformatorskim stanicama.
2. Uticaj distribuirane proizvodnje na tradicionalne sisteme zaštite i upravljanja.
3. Aspekti pouzdanosti zaštite bazirane na standardu IEC 61850.
4. Strategija održavanja i procena stanja energetske opreme

**Tema 3 – Telekomunikacije u elektrodistributivnim mrežama**
**Stručni izvestilac je mr Goran Nedić iz JP „EPS“ d.o.o. Beograd.**
U ovoj temi prihvaćena su 4 (četiri) rada u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje radova:
1. Primena komunikacionih sistema za potrebe zaštite i upravljanja.

***Na pisanju izveštaja, stručni izvestioci su se rukovodili zapažanjima, komentarima i pitanjima recenzenata, na čemu im se posebno zahvaljuju.***

**IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA**

**Tema 1: Upravljanje elektrodistributivnim mrežama**

Stručni izvestilac: mr Dušan VUKOTIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

**R-3.01 UNIFIKACIJA SISTEMA DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA U ODS "EPS DISTRIBUCIJA"**

Autori: Bratislava RADMILOVIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Gordana JOVANOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Gordan KONEČNI, Željko AĆIMOVIĆ, Institut „Mihajlo Pupin“, Beograd, Srbija

U radu je prikazan skup aktivnosti na unifikaciji Sistema Daljinskog Upravljanja (SDU), koji je jedan od tri osnovna tehničko-informaciona sistema u okviru uspostavljenog Operatora Distributivnog Sistema (ODS) "EPS Distribucija". Nakon statusne promene, koja je imala za cilj formiranje jedinstvenog ODS na teritoriji Srbije, postojala je očito snažna potreba da se do tada na izgled slični SDU bazirani na skoro identičnim tehničkim rešenjima, u potpunosti tehnološki zaokruže na identičnoj informacionoj platformi, ali i da se u potpunosti unificiraju sve procesne veličine i grafički prikazi. Odstupanja u načinu prikaza grafičkih simbola, pa i celokupnih HMI prikaza, sa velikom neujednačenošću u zatečenim nazivima procesnih veličina po postojećim SDU sistemima, očito je pred stručnjake iz obe oblasti (radni tim) postavilo jedan težak i krajnje složen zadatak.

Autori su na jasan i celovit način prikazali veliki deo metodologije i pristupa koji su koristili pri savladavanju postavljenog zadatka, a po rezultatima i smernicama koje su prezentovali u radu, svakako su uspeli u početnoj nameri. Iako su prezentovane aktivnosti pre svega vezane za unifikaciju procesnih veličina i grafičkih prikaza za potrebe implementacije nove platforme SDU u okviru svih dispečerskih centara ODS, pred autorima, odnosno spomenutim radnim timom, koji je bio nosilac ove aktivnosti, je veliki i složen posao da izvršenu unifikaciju pretoče u odgovarajuće tehničke preporuke i regulativu, ali i da izrade IMS dokumenta, čime bi započeta aktivnost u velikoj meri bila zaokružena.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način je postignuta u radu pomenuta standardizacija, budući da u spisku korišćene literature nije naveden nijedan standard ili tehnički dokument iz predmetne oblasti?
2. Da li autori mogu detaljnije da objasne unapređenja koja su postignuta tokom realizacije novih inženjerskih alata, ali i druga realizovana funkcionalna unapređenja (npr. dispečerska lista, ...)?
3. Da li autori mogu da prezentuju efekte koji su postignuti kod početne instalacije planiranih sistema u nekim dispečerskim centrima?
4. Da li početni rezultati kod implementacije planiranih SDU sistema ukazuju na potrebu da je neophodno izvršiti određena poboljšanja koja treba primeniti kod unifikacije procesnih veličina?
5. Na koji način se ovim pristupom unifikacije utiče na izradu projektno-tehničke dokumentacije novih elektroenergetskih objekata, budući da se implementacija planiranih SDU sistema bazira pre svega na integraciji postojećih elektroenergetskih objekata?

**I-3.02 JEDAN NAČIN PRIMENE IZVEŠTAJNOG PODSISTEMA SCADA SISTEMA ZA KREIRANJE IZVEŠTAJA U PROŠIRENOM REALNOM VREMENU**

Autor: Predrag BAJČETIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Ogranak "Sombor", Srbija

Autor u radu opisuje mogućnosti primene izveštajnog podsistema u okviru SCADA Sistema, koji je u primeni u ODS „EPS Distribucija". Dat je generalni pregled mogućnosti, kao i primer upotrebe ovog podsistema nad realnim podacima.

U radu je prezentovana primena izveštajnog podsistema (IPS-EXT), koji je sastavni deo dela SCADA sistema u ODS „EPS Distribucija". Ovaj podsistem predstavlja specijalizovani interfejs za kreiranje SQL upita nad bazom podataka koja se automatski kreira u okviru SCADA sistema. Kako je analiza svih aspekata događaja poput prorada zaštite veoma značajna za redovno izveštavanje u okviru funkcije upravljanja elektrodistributivnim sistemom, sama primena izveštajnog podsistema u tom smislu daje dodatni kvalitet i značajno olakšava rad. Autor ovo detaljno demonstrira primerom analize jednog događaja, kao I primerom sumarne analize više događaja. Primeri su jasno prikazani, a priložene ilustracije prikazuju konkretan način upotrebe IPS-EXT izveštajnog podsistema.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je po mišljenju autora moguće koristiti IPS-EXT podsistem bez ikakvog poznavanja SQL tehnologije?
2. Da li je primena IPS-EXT podsistema ograničena na podršku upravljanju, ili se može koristiti kod planiranja preventivnog održavanja?

**I-3.03 PRIMENA "OPEN SOURCE" REŠENJA U SCADA SISTEMIMA**

Autori: Siniša DURUTOVIĆ, Ivan TODOROVIĆ, NT SOFT, Srbija

Naslov rada primena "OPEN SOURCE" u SCADA sistemima bi trebalo da da opšti prikaz "OPEN SOURCE" rešenja, a kao primer da se opiše rešenje razvijeno od strane autora uz napomenu da ovakvi sistemi imaju široku primenu u sistemima za daljinski nadzor i upravljanje u manje složenim sistemima. Integrisani sistemi sa složenim upravljačkim funkcijama, koji se realizuju u Dispečerskim Centrima na raznim nivoima upravljanja zahtevaju pouzdane SCADA sisteme, čiji deo mogu biti i prezentovano rešenje. Konstatacija „Daljinski pristup bez ograničenja je moguć iz lokalne mreže kompanije, ili putem interneta i zaštićene VPN konekcije." je tačna, ali jako opasna za sve SCADA sisteme i treba je uslovno shvatiti iz razloga narušavanja bezbednosnih aspekata.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori mogu da pojasne bezbednosne mehanizme koje su implementirali u prezentovano decentralizovano rešenje?
2. Budući da u radu nije prikazan grafički editor HMI prikaza, da li autori mogu da prezentuju realizaciju grafičkog podsistema za vizualizaciju?
3. Da li prezentovano rešenje ima integrisane neke napredne funkcije (analitičke, mrežne proračune, itd.)?
4. Da li autori imaju praktična iskustva u primeni predloženog rešenja?

**R-3.04 ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SCENARIJA AUTOMATIZACIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA U PRISUSTVU NEIZVESNOSTI**

Autori: Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,
Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija

U radu je predložena procedura za određivanje optimalne automatizacije mreže ugradnjom novih riklozera, rastavljača indikatora prolaska struje kvara, kao i re-lokacijom postojećih. Izložena procedura je bazirana na proceni rizika za određivanje optimalne automatizacije u prisustvu neizvesnosti podataka u elektrodistributivnim mrežama u kojima se koriste podsticajne šeme za vrednovanje pouzdanosti. Analizirana problematika je aktuelna i koncizno izložena.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je uvažena pouzdanost riklozera, rastavljača i indikatora prolaska struje kvara, kao i pouzdanost komunikacije za daljinsku kontrolu elemenata na izbor optimalne automatizacije mreže?
2. Koliko bi uvažavanje pouzdanosti navedene opreme uticalo na konačno rešenje?
3. Analizirani primer dokazuje važnost posmatranja više pokazatelja pouzdanosti, pre svega pokazatelja MAIFI i ASIDI na izbor optimalne automatizacije mreže. Da li je neophodno u svim mrežama uvažavati i pokazatelje MAIFI i ASIDI pri izboru optimalne automatizacije mreže?

**R-3.05 ISKUSTVA U RADU SA UREĐAJIMA ZA LOCIRANJE KVARA NA NADZEMNIM VODOVIMA U DELU DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**

Autori: Danilo ŠAKOVIĆ, Marko RISTIVOJČEVIĆ, Zoran RISTANOVIĆ, Siemens d.o.o. Beograd, Srbija

U radu je prikazano jedno savremeno rešenje realizacije indikatora prolaska struje kvara na nadzemnoj mreži, kada se koristi jedan centralizovan sistem koji pokriva više grananja iz jednog čvorišta nadzemne mreže u dubini srednjenaponske (SN) elektrodistributivne mreže. Prikazano rešenje je karakteristično u odnosu na do sada primenjena rešenja, budući da jedna centralna jedinica za nadzor i komunikaciju opservira više grananja ("odcepa") iz jednog čvorišta, što u značajnoj meri olakšava određivanje deonice pogođene kvarom. Na taj način se postiže izuzetna efikasnost u obradi podataka, kao i slanje proverene i pouzdane informacije o naponskom stanju mreže i indikacijama o prolasku struje kvara. Imajući u vidu da je sam početak praktične primene indikatora prolaska struje kvara pre više od skoro dve decenije, inicijalno isključivo bio vezan za primenu kontaktnih uređaja, a da se posle zbog ugradnje težište primene promenilo u korist beskontaktnih uređaja, prezentovano rešenje očito pomera težište kao intenzivnijoj primeni ovakvih uređaja, budući da omogućuje mogućnost opserviranja više izvoda (odcepa), a značajno je poboljšana i interna bežična komunikacija između samih senzora na faznim provodnicima i centralne jedinice, čime se u potpunosti dostiže zacrtani nivo primene digitalizacije u elektrodistributivnim mrežama.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu nije navedeno da li indikatori po mestima ugradnje mogu da mere struju kvara, budući da su u pitanju po konstrukcijskom tipu – kontaktni uređaji? Ako mogu, da li je vršeno upoređivanje registrovanih vrednosti sa vrednostima registrovanim na MPCU koji je ugrađen na SN izvodu?
2. Objasniti detaljnije način integracije sa SCADA sistemom u nadređenom dispečerskom centru, sa posebnim osvrtom na integraciju procesnih veličina (alarma i merenja) i njihov prikaz u okviru unificiranih grafičkih prikaza.
3. Prezentovani primer ugradnje: uređaj na mestu ugradnje poseduje eksterni izvor napajanja - solarni panel. Da li je to standardizovano rešenje u pogledu preporučenog tipa i snage?
4. Da li uređaj podržava i mogućnost „horizontalne“ komunikacije sa drugom opremom za automatizaciju koja bi bila ugrađena na tom SN izvodu?

**R-3.06 PRIMENA LOKATORA KVARA U AUTOMATIZOVANOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**

Autori: Nikola BOGDANOVIĆ, Nenad SAJIĆ, Ilija MAKSIĆ, “Elektromreža Srbije” a.d. Beograd, Srbija

Prema naslovu i kratkom sadržaju, tema rada je primena podataka iz mikroprocesorskih zaštitno-upravljačkih uređaja (MPCU) koje oni daju pri registrovanju kvara (prema autorima – lokatori kvara), kao ulaznih podataka za centralizovan softver koji na osnovu verovatnoće lokacije kvara vrši upravljačke funkcije promene konfiguracije mreže u cilju izolacije kvara i obezbeđivanja napajanja dela mreže koji nije pogođen kvarom. Ovo rešenje se predlaže kao hibridno rešenje između postizanja očekivanja od automatizacije distributivne mreže i korišćenja tehnika inteligentne elektroenergetske mreže u odnosu na kriterijum minimalnih investicionih ulaganja. U radu su objašnjeni pojmovi inteligentnih energetskih distributivnih mreža i navedena upravljiva energetska oprema koja se koristi u cilju daljinskog nadzora i upravljanja ovom opremom, i dalje u automatizaciji mreže.

Manji deo rada je posvećen predloženom naprednom softverskom rešenju, s tim da nije dovoljno jasno ni detaljno obrađeno koji ulazni podaci (izvori) bi bili potrebni, ni koje metode za proračun na bazi „veštačke inteligencije“ bi se koristile. U radu su iskazane neke tvrdnje koje nisu dovoljno obrazložene i potkrepljene, pa bi autori tokom izlaganja trebalo da iznesu svoja iskustva vezano za tačnost i primenu funkcije lokacije kvara kod mikroprocesorskih zaštitno-upravljačkih uređaja (MPCU), kao i razlike između komercijalno dostupnih, i već primenjivanih softverskih alata i rešenja, čiji razvoj predlažu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori upoznati sa postojećim stanjem u elektrodistributivnoj mreži ODS u smislu korišćenja odgovarajućih softverskih rešenja za određivanje mesta kvara (DMS, ADMS (OMS)), kao i koje ulazne podatke ovi energetski proračuni koriste?
2. Potrebno je da autori preciznije objasne predloženu arhitekturu, funkcionalnost, izvore podataka i način integracije sa drugim softverskim modulima predloženog centralizovanog softverskog rešenja za određivanje mesta kvara.
3. Na koji način prema autorima bi bilo moguće unošenje podužnih parametara o izvodu, imajući u vidu nehomogenost preseka provodnika duž izvoda, kao i veliki broj grananja u elektrodistributivnim mrežama?
4. Da li autori predlažu primenu funkcije lokatora kvara u MPCU samo za mreže na 35kV naponskom nivou, ili je njihov predlog da se funkcija generalizuje i implementira u MPCU na izvodima naponskih nivoa 20 i 10kV?
5. Imajući u vidu trenutno postignut stepen automatizacije SN elektrodistributivne mreže ODS, na koji način autori predlažu postizanje željenog nivoa integracije u cilju efikasnog određivanja mesta kvara, odnosno deonice koja je pogođena kvarom?
6. Da li su autori vršili praktična upoređivanja sa izračunatim rastojanjima do mesta kvara dobijenih sa MPCU, odnosno registrovanih struja kvarova pri projavi realnih kvarova i raspoloživog proračuna kratkih spojeva? Ako su vršili proračune, na koji način su izračunavali spoljni ekvivalent mreže?

**R-3.07 PREDLOZI ZA IZMENU UPUTSTVA ZA PLANIRANJE ISKLJUČENJA I SPROVOĐENJE OSNOVNIH MERA OBEZBEĐENJA MESTA RADA NA ELEMENTIMA EES 400kV, 220kV I 110kV REPUBLIKE SRBIJE**

Autor: Dragan IVANOVIĆ, ODS “EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Srbija

Autor u svom izlaganju definiše predlog mogućeg rešenja i sprovođenja osnovnih mera obezbeđenja mesta rada, za situaciju u kojoj se radovi izvode na delovima EES koji su na "liniji razgraničenja" imovine uz dovođenje u korelaciju sa nadležnostima upravljanja

centara upravljanja ODS i OPS. Pri tome, svoj stav zasniva dokumentima/podzakonskim aktima i internim uputstvima/standardima OPS čije usaglašavanje sa zakonom - tek predstoji. Imajući u vidu da je izmena referentnih dokumenta na koje se autor poziva u toku, svakako treba kroz svojevrsnu javnu raspravu saslušati sve predloge a sve u cilju iznalaženja najboljeg i najefikasnijeg rešenja, ali u okvirima koje definišu "Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu", "Zakon o energetici", "Pravila o radu DS", "Pravila o radu prenosnog Sistema", kao i ostalih dokumenata koji uređuju ovu oblast.

Svakako pri tome se mora voditi računa i o hijerarhiji normativnih dokumenata, da se ne bi došlo u situaciju da hijerarhijski podređeni dokument nije u saglasnosti sa njemu nadređenim aktom. Takođe, važno je voditi računa i o praktičnoj primenjivosti rešenja koje se predlaže. U tom smislu, u radu je trebalo konkretnije definisati odgovorna lica koja bi prema mišljenju autora bila nosioci pojedinih aktivnosti.

Pitanja za diskusiju:

1. U kontekstu činjenice da se interna uputstva EMS a.d. u svojstvu OPS, ne mogu u svim svojim aspektima primenjivati u objektima koji pripadaju (imovinski) ODS ili drugim korisnicima PS, tj. prevashodno su namenjena primeni u objektima koji su u vlasništvu OPS, na koji način bi trebalo rešavati zamenu elemenata EES poput kapacitivnog NMT, strujnih stezaljki na rastavljaču, itd? Kroz predlog odgovora uvažiti činjenicu da se u smislu imovine radi o elementima koji su osnovno sredstvo ODS.
2. Na koji način bi se u situaciji iz prethodnog pitanja, prema mišljenju autora, vršila operativna primena mesta rada? Kako bi se i na koji način izdavala dozvola za rad, sa posebnim osvrtom na lica koja bi nosila odgovornost u pojedinim fazama posla (lice koje odobrava radove, izvršilac manipulacija, nosilac posla/rukovodilac radova, ko obezbeđuje materijal, ko radi preprojektovanje, itd.)?
3. Čija bi nadležnost održavanja, prema predlogu autora, bila za elektroenergetske elemente koji su između strujnih stezaljki na izlaznom rastavljaču i granice nadležnosti koja je definisana „Zakonom o energetici", tj. zateznog izolatorskog lanca na portalu?

**Tema 2:**

**Zaštita elektrodistributivnih mreža**

Stručni izvestilac: Dalibor NIKOLIĆ, ODS „EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Srbija

**R-3.08 ZAHTEVI ZAŠTITE ZA PRIKLJUČENJE VETROPARKA NEZAVISNOG PROIZVOĐAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA DISTRIBUTIVNI SISTEM - NA PRIMERU IRSKE**

Autori: Dušan HORVAT, Powercomm Engineering Ltd., Irska, Predrag SMILJIĆ, IED d.o.o. Beograd, Srbija, Dražen TUBIĆ, Powercomm Engineering Ltd., Irska

U radu su prikazani zahtevi za podešavanje i ispitivanje zaštite u tački priključenja elektrane/vetroparka u distributivnu mrežu, koji su propisani od strane operatera distributivnog sistema u Irskoj. Fokus pomenutih zahteva je usmeren na obezbeđenje uslova da generator bude priključen na distributivni sistem što je duže moguće tokom frekventnih i naponskih varijacija u sistemu, bez ugrožavanja stabilnosti samog distributivnog sistema.

Zaštitni uređaj koji kontroliše prekidač u tački priključenja je uvek pod kontrolom operatera distributivnog sistema. Parametri naponskih, frekventnih i zaštita od ostrvskog rada, način testiranja i dozvoljene devijacije su precizno definisane za tačku priključenja vetroparka i ne zavise od parametara istih zaštita kojima se štite vetrogeneratori. Rad je značajan sa stanovišta pokretanja intenzivnije diskusije na temu zaštite u tački priključenja DG, sa ciljem da se precizira i poboljša nacionalna regulativa na ovu temu.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja su iskustva pri i nakon puštanja u rad novih vetroparkova priključenih na distributivnu mrežu u EU na primeru Irske?
2. Da li autori mogu da preporuče šta da se preuzme iz Irske aktuelne prakse i doda u našu tehničku regulativu iz ove oblasti?
3. Da li autori mogu da navedu argumente zbog kojih se operator sistema u Irskoj opredelio za ROCOF zaštitu od ostrvskog rada u odnosu na druge zaštite za ovu namenu?

**R-3.09 PROCENA POUZDANOSTI DIGITALNE TEHNOLOGIJE PRIMENJENE NA PRIMARNE DISTRIBUTIVNE PODSTANICE**

Autori: Rui Dias JORGE, Francisco BRANDÃO, Joana SANTOS, Efacec, Paulo Costa SANTOS, Sérgio Alexandre LOPES, Rui Miguel OLIVEIRA, EDP Distribuição, Rogério Dias PAULO, Efacec, Portugal

U radu je prikazana metodologija za procenu pouzdanosti digitalne tehnologije koja se koristi u transformatorskim stanicama, a koje se baziraju na najnovijem komunikacionim protokolu IEC 61850. Predmetni se protokol koristi više od 15 godina u realizaciji sistema za nadzor i upravljanje (SAS) u okviru transformatorskih stanica, i on je do sada u praksi potvrdio svoju deklarisanu robusnost i visoku pouzdanost. Autori su prikazali samo jednu predloženu arhitekturu, iako je moguće analizirati više različitih arhitektura, koje često mogu da budu vrlo složene budući da često imamo transformatorske stanice sa više od 60 MPCU.

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto nisu analizirane i druge standardne arhitekture, budući da predložena RSTP arhitektura ima drugačiju strukturu kada imamo veliki broj MPCU uređaja?
2. Budući da aktivna mrežna oprema ima širi temperaturni opseg rada od analiziranog, zašto analiza nije rađena za maksimalne deklarisane temperaturne opsege?

3. U Tabeli 4 su prezentovane proračunate izuzetno velike vrednosti MBTF za komunikacioni „switch“, iako dosadašnja eksploataciona iskustva upravo pokazuju da je to nepouzdani element od same komunikacione kartice u MPCU. Molim autore za komentar.

**R-3.10 ETALONIRANJE UREĐAJA ZA PRIMARNO ISPITIVANJE RELEJNE ZAŠTITE U FUNKCIJI MERENJA VREMENSKIH INTERVALA**

Autori: Milan DIMITRIJEVIĆ, Slavko SABOVLJEV, Nada VUČIJAK, Siniša ŠOŠKIĆ,
Elektrotehnički institut „DEC“ DOO, Zrenjanin, Srbija

U radu je dat kratak opis postupka etaloniranja uređaja za primarno ispitivanje relejne zaštite prema standardu SRPS/ISO/IEC 17025, za funkciju uređaja merenje vremenskih intervala, i analiza doprinosa pojedinih komponenti merne nesigurnosti rezultata etaloniranja.
Naveden je i konkretan primer rezultata etaloniranja za jednu mernu tačku, rezultat za grešku merenja i proširena merna nesigurnost u skladu sa dokumentom EA-4/02M:2013. Analizirane su komponente merne nesigurnosti kod ovog etaloniranja i zaključak je da najveći doprinos ukupnoj mernoj nesigurnosti potiče od rezolucije vremenske jedinice koja se etalonira. Informacije navedene u radu mogu biti od koristi kolegama koji koriste uređaje za ispitivanje uređaja za relejnu zaštitu.

Pitanja za diskusiju:
1. Osim etaloniranja funkcije merenja vremenskih intervala, koje se još funkcije etaloniraju kod uređaja za primarno ispitivanje relejne zaštite?
2. U čemu se razlikuju postupci za etaloniranje vremenske jedinice u uređajima za sekundarno ispitivanje relejne zaštite i uređajima za primarno ispitivanje relejne zaštite?
3. Koliki je period etaloniranja uređaja za primarno ispitivanje relejne zaštite koji preporučuju proizvođači uređaja?

**R-3.11 IZBOR KARAKTERISTIKE RADA REGULATORA NAPONA PRI OTEŽANIM USLOVIMA RADA I LOŠIM FAKTOROM SNAGE U MREŽI SREDNJEG NAPONA**

Autori: Svetislav MILORADOVIĆ, JP EPS - “Termoelektrana i kopovi” Kostolac,
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Rad obrađuje temu regulacije napona koja je malo zastupljena u odnosu na značaj koji ima. Posebno u ovom slučaju kada je faktor snage industrijskog pogona sa motorima u teškim uslovima rada manji, a što nije slučaj u distributivnim mrežama sa faktorom snage iznad 0,85. Problem je u nelinearnoj karakteristici transformatora u odnosu na linearnu karakteristiku automatskog regulatora napona pri manjim faktorima snage. U radu su predložena dva rešenja problema.

Pitanja za diskusiju:
1. Da li ste merenjima dobili karakteristike regulatora napona i transformatora datim na slici 3? Ako jeste detaljnije opišite merenja i rezultate?
2. Da li imate rezultate delovanje ARN u prvom i drugom slučaju podešenja ARN navedenih u radu, i time potvrdili zaključke?
3. U zaključku spominjete TS Rudnik 3 i njegovo rešenje regulacije napona. Nigde nije naglašeno u radu TS Rudnik 3 i ukratko opišite njegovo rešenje?

**R-3.12 TERMALNO OBEZBEĐENJE ELEKTRIČNIH KONTAKTA UNUTAR ULJANIH PRENOSNIKA ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Autor: Ioan RUSU, Electrica, Rumunija

This paper proposes a method of thermal insulated internal electrical contacts in power transformers. Transformersfor primary distribution are considered, HV/MV. During short circuits in the MVeletrical networks, with currents 10 - 20kA, there may be damage to theinternal electrical contact in the transformer. Thermal insulation of internalcontacts is proposed using cardboard tube with polyurethane foams, mastik orcement. In this way, the generation of gases in the oil and the possibleoperation of the transformer protection in operation is avoided.

Questions for disscusion:
1. Is there any statistical analysis of the considered type of defects, on internal electrical contacts welded or other type, in relation to other types of failures on power transformers?
2. In the transformer operation, the analysis of dissolved gases in oil detects the appearance of damaged internal electrical contacts, with other failures. In case of application of the proposed method of thermal isolation of contacts, how would the occurrence of damaged internal electrical contacts on the transformer be detected.
3. Whether the proposed method has been applied so far in the production of transformers and what are the experiences.

**R-3.13 PRIMJENA METODA DIJAGNOSTIČKIH ISPITIVANJA IZOLACIONOG SISTEMA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA ZA PREDIKCIJU POUZDANOSTI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U EES**

Autori: Edin TIRO, ELEKTROPRENOS BIH,
Saša ĐEKIĆ, ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina

U radu je dat prikaz primene skupa metoda za dijagnostičkog ispitivanja izolacionih delova energetskog transformatora u cilju povećanja pouzdanosti rada ovih svakako kritičnih elemenata distributivnog elektroenergetskog sistema. Prikazane metode su dobro

poznate stručnoj javnosti, i kao takve se koriste dugi niz godina u elektrodistributivnim preduzećima, te prikazani rezultati mogu da budu uporedivi sa rezultatima koje poseduju ostala elektrodistributivna preduzeća u regionu. Budući da autori navode činjenicu da se skupom dijagnostičkih metoda koje se koriste u dužem vremenskom periodu u velikoj meri preventivno uticalo na eliminisanje havarija na transformatorima snage, jasno ukazuje da su autori uspešno metodološki prišli rešavanju problema kroz izbor optimalnog skupa dijagnostičkih ispitivanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je vođeno računa o opterećenju transformatora (data u Tabeli 3) kada se termografski snimaju transformatori i izolatori (u periodu od 2013-2016. godine)? Da li se obraća pažnja da se prilikom termografskog snimanja vrši u sličnim vremenskim uslovima u pomenutom periodu?
2. Da li su vršena merenja kapacitivnosti i "*tan δ*" sa "on-line" praćenjem, i kakvi su rezultati takvog praćenja. Kakvo je iskustvo prilikom ovakvog praćenja?
3. Da li svaki transformator ima svoju bazu podataka sa svim metodama ispitivanja, ili se baza podataka pravi prema svakom izolatoru (serijskom broju), i koji se podaci unose u bazu?

### R-3.14 SIGURNOSNI ASPEKTI PRISTUPA INFORMACIJAMA U BAZI PODATAKA O ODRŽAVANJU TRANSFORMATORSKIH STANICA 110kV I 35kV

Autori: Tamara CVJETIĆANIN, Svetlana MEĐO, "EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Srbija

Rad opisuje sigurnosno/bezbednosne aspekte pristupa informacijama koje se nalaze u sistemima u ODS „EPS Distribucija". Dat je scenario koji bi trebalo da ilustruje mogući pravac napada na informacioni sistem. Tema sigurnosnih aspekata je uvek aktuelna, naročito u kompanijama kao što je ODS „EPS Distribucija", koja je prepoznata kao jedan od operatora sistema od posebnog značaja. Sa druge strane, ova tema je ekstenzivno i veoma kvalitetno obrađena u literaturi koja je dostupna preko Interneta, tako je potrebno pronaći meru u prezentovanju generalnih aspekata sigurnosti i specifičnih aspekata koji se odnose na konkretan slučaj koji rad diskutuje.

Pitanja za diskusiju:

1. Budući da se predmetna baza podataka koristi u jednoj organizacionoj celini u okviru jednog distributivnog područja, pri čemu bazi podataka ima pristup samo ograničen (mali) broj izvršilaca, na koji način autori vide njeno ugrožavanje od strane neautorizovanih korisnika? I sa kojom namerom?
2. Kako se radi o osetljivim podacima, za koje su pre svega zainteresovana lica van organizacionih celina ODS, na koji način autori sagledavaju eventualne propuste u korporativnoj zaštiti podataka na nivou ODS?
3. Budući da trenutno nedostaju IMS dokumenta iz funkcije održavanja, na koji način će se kroz njihovo donošenje planirati obuhvatanje sigurnosnih aspekata pristupa informacijama?

### R-3.15 NOVO REŠENJE ZA KONTINUALNO PRAĆENJE PARAMETARA SVAKE POJEDINAČNE ĆELIJE STACIONARNIH AKU BATERIJA

Autori: Ivan TODOROVIĆ, Siniša DURUTOVIĆ, NT SOFT, Srbija

U radu su opisane karakteristike jednog rešenja za kontinualni nadzor parametara baterijskog sistema u celini, kao i svake pojedinačne ćelije. Iako se u radu navodi da je u pitanju novo rešenje, slična rešenja za praćenje rada AKU baterija u transformatorskim stanicama su u primeni već duži niz godina. Konstatacija sa se na nivou korisnika ništa nije menjalo dugi niz godina, ne odgovara činjeničnom stanju, budući da su trenutno u pojedinim distributivnim područjima u primeni vrlo savremeni sistemi za nadzor besprekidnog napajanja u transformatorskim stanicama, koja su čak i integrisana sa SCADA sistemom.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja praktična iskustva poseduju autori u primeni predloženog rešenja u praksi, budući da navode da se njihovo rešenje koristi samo u jednoj transformatorskoj stanici?
2. Imajući u vidu da rešenje donosi i mogućnost praćenja parametara svake pojedinačne ćelije AKU baterije, koliko je to rešenje skuplje o standardnih rešenja koje prate parametre AKU baterije u celini?
3. Budući da se radi o decentralizovanom rešenju u odnosu na SCADA sistem u dispečerskom centru, kako autori objašnjavaju zaključak da „*Više nema potrebe za skupim i složenim SCADA softverskim paketima i skupim serverima u dispečerskim centrima*"?
4. Savremeni sistemi za daljinski nadzor besprekidnog napajanja u transformatorskim stanicama pre svega se baziraju na konceptu da poseduju autonomiju u odnosu na sistem za daljinski nadzor i upravljanje nad transformatorskim stanicama. Kako autori objašnjavaju svoj pristup budući da predlažu rešenje koje podrazumeva integraciju sa postojećom daljinskom stanicom?

### R-3.16 DEKONTAMINACIJA PCB KONTAMINIRANIH ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U JP EPS I PD ELEKTROVOJVODINA - REZULTATI PRIMENE DOMAĆE PATENTIRANE TEHNOLOGIJE DEHLORINACIJE ULJA RAZVIJENE U INSTITUTU „NIKOLA TESLA"

Autori: Jelena JANKOVIĆ, Draginja MIHAJLOVIĆ, Neda KOVAČEVIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena LUKIĆ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla", Srbija

U radu je dat prikaz dekontaminacije PCB (piralenom) kontaminiranih energetskih transformatora u elektroenergetskim objektima na jednom od distributivnih područja ODS. Prezentovana metodologija sa postupcima, kao i krajnji rezultati, ukazuju na složenost

problema koji se pojavio u eksploataciji energetskih transformatora, kao i na složen postupak eliminisanja štetnih uticaja koje ima PCB na zdravlje ljudi i životnu okolinu.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja je maksimalna vrednost kontaminacije transformatora PCB-om za korišćenje opisane metode, da bi se takav transformator mogao dovesti do vrednosti kontaminacije do 50 ppm?
2. Na osnovu čega se odredio vremenski interval ponovnog ispitivanja od 3 meseca? Da li je vršeno i merenje posle 4, 5 ili 6 meseci i da li je uočen porast sadržaja PCB-a tokom vremena (misli se na prelazak molekula PCB-a iz papira u ulje)?
3. Da li se procentualno više smanjuje piralenili korozivni sumpor korišćenjem izložene metode? Da li se to može menjati (ukoliko je ulje više korozivno nego kontaminirano PCB-om / ili obrnuto)?

**Tema 3:**

**Telekomunikacije u elektrodistributivnih mrežama**

Stručni izvestilac: mr Goran NEDIĆ, JP „EPS“ Beograd, Srbija

### R-3.17 DIGITALNI SISTEMI RADIO-VEZA U FUNKCIJI SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA SREDNJENAPONSKOM DISTRIBUTIVNOM MREŽOM

Autori: Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Bratislava RADMILOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“, Novi Sad, Srbija

Rad opisuje implementaciju digitalnog radio komunikacionog sistema na distributivnom području Vojvodine i ima svoj praktični doprinos. U radu je ukazano na značajnu funkcionalnost da se jedinstvena komunikaciona infrastruktura koristi za prenos govora i za potrebe sistema daljinskog upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom.

Pitanja za diskusiju:

1. Izvršiti analizu da li se digitalni usko-pojasni DMR radio sistemi mogu koristiti i za potrebe SDU visokonaponskom distributivnom mrežom.
2. Pojasniti na koji način je na teritoriji ED Subotica korišćenjem fiksne radio stanice sa dodatnim modemom omogućeno daljinsko upravljanje SN mrežom?
3. Da li je u implementiranom sistemu ostvarena funkcionalnost „store and forward“?

### R-3.18 PRIMENA KOMUNIKACIONIH SISTEMA ZA POTREBE UPRAVLJANJA DEES NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRADA

Autori: Sanja JOVANOVIĆ, Predrag ŠEJAT, Dragi RALIĆ, EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

Značaj rada se pre svega ogleda u sistematizovanom prikazu mnogobrojnih kompleksnih komunikacionih sistema koji se koriste za potrebe upravljanja DEES na distributivnom području Beograda, a koji su različiti u pogledu prenosnog medijuma, kapaciteta i korišćene tehnologije.

Prilikom recenzije uložen je značajan napor u smislu da se na osnovu prvobitno dostavljenog materijala razjasne i otklone izvesne nejasnoće i nedoumice, kao i da se istakne važnost sistematizovanog prikaza i pregleda mnogobrojnih komunikacionih sistema koji su u primeni, a u cilju opravdane potrebe za daljim unapređenjem kompletnog komunikacionog sistema za distributivnu delatnost na konzumnom području Beograda

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način je određena strategija zamene postojećih radio sistema novim? Da li je osnovni kriterijum dužina eksplotacionog veka radio sistema?
2. Prilikom projektovanja novog radio sistema, pre svega radio sistema za potrebe govora, da li se razmišljalo o proširenju funkcionalnosti radio sistema u cilju integracije i prenosa pojedinih značajnih informacija iz drugih sistema koji su realizovani u elektroenergetskom objektu (kontrola pristupa, PPZ centrala, sistemi nadzora besprekidnog napajanja, signali kvara iz EE postrojenja, itd.)?

### R-3.19 KOMUNIKACIONA INFRASTRUKTURA - ISKUSTVA IZ RADA U DC 110/35kV

Autori: Marko JOVANOV, Zoran JOVANOVIĆ, ODS EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

Rad predstavlja osvrt na rad Dispečerskih centara Beograd, naznačeno je da je TETRA u upotrebi što je netačno, bila je u upotrebi u vreme vanredne situacije izazvane poplavama. Ukazivanje na upotrebu „Viber“-a u komunikaciji je neprihvatljivo iz bezbednosnih i formalnih razloga ali ukazuje na potrebu upotrebe kastomizovane CMMS aplikacije razvijene po IMS procedurama koja bi objedinila dozvolu za rad, nalog za rad kao i komunikaciju dispečera i ekipe na terenu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li autori mogu da pojasne predloženo rešenje u odnosu na nove platforme koje se koriste u dispečerskoj telefoniji?
2. Kako autori sagledavaju postojeće komunikacione servise koji su u funkciji u odnosu na planirane komunikacione servise koji su predviđeni Studijom razvoja telekomunikacija na konzumnom području grada Beograda?
3. Da li postoji koordinacija sa nadležnim službama na nivou grada i republike u slučaju vanrednih situacija i na koji način se ona obavlja? Da li su za te potrebe realizovani posebni telekomunikacioni servisi?

4. Na koji način autori vide buduće pravce realizacije integracija postojećih komunikaciono-informatičkih rešenja u okviru DDC „Beograd“?

**R-3.20** **PRIMER PRIVREMENOG REŠENJA TELEKOMUNIKACIONOG PUTA ZA UPRAVLJANJE TS 110/35/10кV "ILIĆEVO" NAKON REKONSTRUKCIJE**

Autori: Ivan SAVČIČ, Slađana BIOČANIN, Goran SAVIĆ, Biljana JANKOVIĆ,
ODS “EPS Distribucija” d.o.o. Beograd Distributivno područje Kragujevac Srbija

Rad predstavlja prikaz jednog od rešenja komunikacionog povezivanja koje služi kao privremeno rešenje na distributivnom području Kragujevca. Autori su jasno ukazali na buduće potrebe realizacije optičke telekomunikacione infrastrukture, koja perspektivno treba da bude uniformo realizovana na celokupnom distributivnom području ODS, a ne samo na jednom delu. Budući da postoji izražena nejednakost u nivou realizacije postojeće telekomunikacione infrastrukture po distributivnim područjima, jasno je da treba postaviti strategiju razvoja pri čemu infrastrukturu treba bazirati na standardnim sistemima prenosa, ali i specifičnostima elektrodistributivne mreže i objekata po distributivnim područjima. U radu je data je kratka tehno-ekonomska analiza koja ukazuje o visinu investicijama koje je potrebno uložiti na uspostavljanu telekomunikacionog puta prema elektroenergetskom objektu, ali i pozitivne efekte u pogledu smanjenja prekida u isporuci električnom energijom.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu autori navode: „Ovim je uspostavljen optički kao glavni prenosni put za upravljanje i signalizaciju iz Dispečerskog centra prema TS KG 01, KG 02, KG 005 i KG 003 (sve u gradskom jezgru) i upravne zgrade što je u tom vremenskom trenutku (2012.) bilo jedinstveno u Srbiji”. Na koji deo veze se misli da je bio jedinstven u Srbiji 2012. godine, obzirom da je sama optika već bila postavljena na mnogim relacijama u ED preduzećima u Srbiji?
2. Šta autori podrazumevaju pod „paket radio-modem“?

**Session 3:**

**PROTECTION AND CONTROL**

Chairman: Dušan VUKOTIĆ, M.Sc., DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

After receiving the papers within the foreseen deadline, they were taken into consideration by the reviewers and referees, after which 20 (twenty) papers were accepted, 18 (eighteen) as papers (P) and 2 (two) as information (I). Taking into account the large number of papers in the session and for the purpose of more efficient work on sessions, the papers were grouped into three subjects, by covering preferential subjects from the call for writing papers:

**Preferential Subject 1 – Electricity Distribution Systems Control**

Referee: **Dušan VUKOTIĆ, M.Sc., DSO EPS Distribution LLC, Belgrade**

For this subject 5 (five) papers and 2 (two) pieces of information were accepted in accordance with the preferential subjects from the call for writing papers:

1. Strategies in replacement of the SCADA system.
2. Implementation of energy applications in electricity distribution companies.
3. Automation of electricity distribution systems.
4. Optimisation of operation in electricity distribution systems.

**Preferential Subject 2 – Electricity Distribution Systems Protection**

Referee**: Dalibor Nikolić, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade**

For this subject, 9 (nine) papers were accepted in accordance with the preferential subjects from the call for writing papers:

1. Strategies in reconstruction of relay protection and introduction of supervisory control in substations.
2. Impact of distributed generation on conventional protection and control systems.
3. Aspects of protection reliability based on the IEC 61850 standard.
4. Strategy of maintenance and assessment of the state of energy equipment.

**Subject 3 – Telecommunications in electricity distribution systems**

Referee: **Goran Nedić, PE EPS LLC, Belgrade**

For this subject je 4 (four) papers were accepted in accordance with the preferential subjects from the call for writing papers:

1. Implementation of communiucation systems for protection and control purposes.

***In writing the reports, the referees were led by observations, comments and questions of reviewers, for which they are very grateful.***

## REPORT BY REFEREES

### Subject 1: Electricity Distribution Systems Control

Referee: Dušan VUKOTIĆ, M.Sc., DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

**R-3.01 UNIFICATION OF SCADA SYSTEMS IN DISTRIBUTION CONTROL CENTERS OF EPS DISTRIBUTION**

Authors: Bratislava RADMILOVIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Gordana JOVANOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Gordan KONEČNI, Željko AĆIMOVIĆ, Mihajlo Pupin Institute, Belgrade, Serbia

The paper presents a set of activities on unification of the Remote Control System, which is one of the three basic technical and technological systems in the established Distribution System Operator - *DSO EPS Distribution*. After the change of status, the aim of which was to form a single DSO on the territory of Serbia, there was obviously a strong need of technologically rounding up on an identical information platform the so far seemingly similar Remote Control Systems based on almost identical technical solutions, but also of completely unifying all processing values and graphic presentations. Deviations in the method of graphic symbols presentation, as well as the overall HMI presentations, with considerable lack of compliance in terms of the earlier names of process values in the existing Remote Control Systems, have obviously put before the experts in this field (workforce) a difficult and extremely complex task.

The authors have presented clearly and comprehensively a great deal of the methodology and concept used in dealing with the set task, and concerning the results and guidelines presented in the paper, they have certainly succeeded in their initial intention. Although the presented activities are, first of all, related to unification of processing values and graphic designs for the purpose of implementing new Remote Control System platforms within all DSO Control Centres, the authors and the mentioned workforce respectively, which was the holder of these activities, have to face a big and complex task of formulating the performed unification in the form of technical recommendations and regulations, and also of preparing the IMS documents,which would to a great extent help in completing the initiated activity.

Questions for discussion:

1. How was standardisation mentioned in the paper achieved, as the list of used literature does not include any standard or technical document from the subject area?
2. Can the authors explain in more detail improvements made during implementation of new engineering tools, as well as other realised functional improvements (e.g. control centre list,...)?
3. Can the authors present the achieved effects of initial installation of planned systems in some control centres?
4. Do the initial results of implementation of planned Remote Control Systems indicate the need for some improvements to be applied in the unification of processing values?
5. How does this unification process affect the preparation of design and technical documenatation concerning new power facilities, as the implementation of planned Remote Control Systems is primarily based on the integration of existing power facilities?

**I-3.02 A METHOD OF APPLICATION REPORTING SUBSYSTEM SCADA SYSTEM FOR CREATING A REPORT IN THE EXPANDED REAL-TIME**

Author: Predrag BAJČETIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Subsidiary Sombor, Serbia

The author describes in the paper the possible application of reporting subsystem within the SCADA System, which is in the stage of preparation at DSO EPS Distribution. A general overview of possibilities, and example of the use of this subsystem in expanded real-time.

The paper presents the application of reporting subsystem (IPS-EXT), which is an integral part of the SCADA system at DSO EPS Distribution LLC. This subsystem is a specialised interface for creating SQL inquiry concerning the automatically created database within the SCADA system. As analysis of all aspects of events such as protection implementation is very important for regular reporting within the electricity distribution system control function, the actual application of reporting subsystem in that reference gives an additional quality and significantly facilitates the process. The author demonstrates this through an example of analysis of an event, and example of summarised analyses of several events. The examples are clearly presented, and the enclosed illustrations present the specific way of using the IPS-EXT reporting subsystem.

Questions for discussion:

1. Do the authors believe that it is possible to use the IPS-EXT subsystem without any know-how of SQL technology?
2. Is application of the IPS-EXT subsystem limited to control support, or can it be used for preventive maintenance planning?

**I-3.03 USE OF "OPEN SOURCE" SOLUTIONS IN SCADA SYSTEMS**

Authors: Siniša DURUTOVIĆ, Ivan TODOROVIĆ, NT SOFT, Serbia

The title of paper primena *OPEN SOURCE* use in SCADA systems should give a general review of the *OPEN SOURCE* solutions, as an example of describing the solution developed by the authors noting thereby that such systems are widely applied in remote supervisory control systems in less complex systems. Integrated systems with complex control functions, implemented at Control

Centres at various levels of control, require reliable SCADA systems, a part of which may also the presented solution. The statement *Remote access without limitation is possible from the local company's network, or by means of internet and VPN connection* is accurate, but very dangerous for all SCADA systems should be taken conditionally for the reason of jeopardising the safety aspects.

Questions for discussion:

1. Can the authors clarify the safety mechanisms implemented in the presented decentralised solution?
2. As the paper does not give the graphic editor of HMI presentation, can the authors present the implementation of graphic subsystem for visualisation?
3. Does the presented solution have any integrated advanced functions (analytic, network calculations, etc.)?
4. Do the authors have any practical experience in the application of proposed solution?

**R-3.04 OPTIMAL AUTOMATION SCENARIO IN DISTRIBUTION NETWORKS IN THE PRESENCE OF UNCERTAINTY**

Authors: Željko POPOVIĆ, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad,
Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Serbia

The paper gives a proposed procedure for determining optimal network automation by installation of new reclosers, disconnector of indicator of faulty current flow, as well as relocation of the existing ones. The presented procedure is based on risk assessment for determination of optimal network automation in the presence of data uncertainty in electricity distribution networks where incentive diagrams are used for reliability evaluation. The analyzed issue is currently in the focus and is concisely presented.

Questions for discussion:

1. Has the reliability of reclosers, disconnectors and indicator of faulty current flow, been taken into account, in addition to reliability of communication for remote control of elements, in the selection of optimal network automation?
2. How much would consideration of reliability of the above equipment affect the final solution?
3. The analyzed example proves the importance of observing a greater number of reliability indicators, first of all MAIFI and ASIDI indicators for selecting the optimal network automation. Is it important also to consider in all networks the MAIFI and ASIDI indicatiors for selecting the optimal network automation?

**R-3.05 EXPERIENCE IN WORK WITH DEVICES FOR FAUL LOCALIZATION ON OVERHEAD LINE IN PART OF DISTRIBUTION SYSTEM**

Authors: Danilo ŠAKOVIĆ, Marko RISTIVOJČEVIĆ, Zoran RISTANOVIĆ, Siemens Ltd., Belgrade, Serbia

The paper presents a modern solution for implementation of indicator of faulty current flow in the overhead network, when a centralised system is used which covers several branchings from one overhead network node in the depth of medium voltage (MV) electricity distribution network. The presented solution is characteristic compared to the so far applied solutions, considering that one supervisory and communication central unit observes several branchings (cutt-offs) from one node, which significantly facilitates determination of faulty section. In that way, extremely high efficiency of data processing is achieved, as well as submission of verified and reliable information on the voltage state of network and indications of faulty current flow. Considering that the actual inception of practical implementation of indicators of faulty current flow, more than almost two decades ago, was initially related exclusively to the implementation of contact devices, and that consequently, due to the installation thereof, the focus of application changed in favour of contactless devices, then the presented solution obviously moves its focus towards intensive implementation of such devices, as it allows possible observation of more derivatives (cut-offs), and also significantly improves the internal wireless communication between the actual sensors in phase insulators and central units, thereby fully achieving the set level of applied digitalisation in electricity distribution networks.

Questions for discussion:

1. The paper does not state whether indicators in points of installation can measure faulty current, considering that, according to the of type of structure, contact devices are concerned? If they can, were the registered values compared to the values recorded at the MPCU which is installed in the MV derivative?
2. Explain in more detail the way of integration with the SCADA system in superior control centre, with particular focus on integration of process values (alarm and measuring) and their presentation in the scope of unified graphic presentations.
3. The presented example of installation of device possesses an external source of supply – solar panel, at the point of installation. Is that a standardised solution in respect of recommended type and capacity?
4. Does the device also support the possibility of *horisontal* communication with other automation equipment which would be installed in that MV derivative?

**R-3.06 USING FAULT LOCATOR IN AUTOMATED POWER DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Nikola BOGDANOVIĆ, Nenad SAJIĆ, Ilija MAKSIĆ, EMS a.d. Belgrade, Serbia

According to the title and abstract, the subject of paper is implementation of data from microprocessor protection and control units (MPCU) provided in fault recording (according to authors – fault locators), as input data for centralised software which based on fault location probability performs control functions of network configuration changes for the purpose of isolating the fault and ensuring supply for the part of network not affected by fault. This solution is proposed as a hybrid solution in fulfilling the expectations from distribution network automation and using the smart grid technique, compared to the criterion of minimum capital investment. The

paper describes the concept of smart energy distribution grids and lists the controllable energy equipment used for the purpose of remote supervisory control of this equipment, and furthermore in network automation.

A minor part of the paper deals with the proposed advanced software solution, whereas it is not clearly nor in detail defined what input data (sources) would be required, nor what calculation methods based on *artifitial intelligence* would be used. The paper gives some statements which are not sufficiently explained nor backed up, so during their presentations, the authors would need to speak of their experience related to the accuracy and application of the fault location function in microprocessor protection and control units (MPCU), as well the differences between commercially accessible, and already applicable software tools and solutions, the development of which is proposed.

Questions for discussion:

1. Are the authors familiar with the existing state of electricity distribution network of DSO, in terms of using corresponding fault location software solutions (DMS, ADMS (OMS), and with the input data used by these energy calculations?
2. The authors need to explain more precisely the proposed architecture, functionality, sources of information and method of integration with other software modules of the proposed centralised fault location software.
3. According to the authors, in what way would it be possible to enter longitudinal parametres on the derivate, taking into account the uneven cross-section of insulator along the derivate, as well as the large number of branchings in the electricity distribution networks?
4. Do the authors propose implementation of the fault location function in the MPCU only for 35kV networks, or do they propose that function should be generalised and implemented in MPCU at derivates of 20 and 10kV voltage levels?
5. Taking into account the currently achieved level of automation of MV electricity distribution network DSO, what way of achieving the desired level of integration do the authors propose for the purpose of efficient fault location, and location of faulty route respectively?
6. Did the authors make a practical comparison with calculated distances up to the point of failure obtained by MPCU, and registered failure currents with the phenomenon of real failures and available calculation of short circuits? If calculations were made, how did they calculate the external equivalent of network?

**R-3.07 PROPOSALS FOR REVISION OF GUIDELINES FOR SWITCHING PLANNING AND IMPLEMENTATION OF BASIC MEASURES FOR SECURING PLACE OF WORK ON THE POWER SYSTEM ELEMENTS 400kV, 220kV AND 110kV OF REPUBLIC OF SERBIA**

Authors: Dragan IVANOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

The author defines in his paper a proposed possible solution and implementation of basic measures for securing a place for work, for a situation where works are executed in part of the Electric Power System which are on the borderline of assets, bringing them into correlation with the jurisdiction of control centres of DSO and TSO. Their position is based on documents/bylaws and internal guidelines/standards on TS operation - where compliance is required. Taking into consideration that changes in the reference documents referred to by the author are underway, all proposals need to be heard through special pubic hearing for the purpose of finding the best and most efficient solution, but within the framework defined by the *Law on Safety and Health at Work*, *Energy Law*, *Rules on DS Operation, Rules on Transmission System Operation*, and all other documents regulating this area.

In that process, the hierarchy of enactments must be observed, in order to avoid the situation where a subordinated document in terms of hierarchy does not comply with an act which is superior thereto. It is also important to observe the practical applicability of proposed solution. In that respect, the responsible persons which, to the auhor's mind, would be the holders of certain activities, should have been more specifically defined in the paper.

Questions for discussion:

1. Bearing in mind the fact that all aspects of internal guidelines of EMS a.d. in the capacity of TSO, cannot be applied in all facilities owned by (in terms of assets) or other TS consumers, being primarily intended for application in facilities owned by TSO, how should the issue of replacement of power system elements, such as capacitance NMT, current clamps on the disconnector, etc. be handled? Through the proposed reply the fact that should be taken into account is that, in terms of assets,the elements concerned are the DSO fixed assets.
2. In reference to the situation from the previous question, how would, to the authors mind, the operational place of work be implemented? How and in what way would the working permit be issued, with special emphasis on the persons who would be responsible in some phases of work (person issuing approvals for works, executor of manipulations, holder of job/manager of works, ko peron providing material, person for redesigning, etc.)?
3. Who would be competent for maintenance, according to the author's proposal, of power elements between the current clamps at the outlet of disconnector and what are the limits of jurisdiction as defined by the *Energy Law*, namely, tension insulator chain at the portal?

**Subject 2:**

**Electricity Distribution Systems Protection**

Referee: Dalibor NIKOLIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

**R-3.08 PROTECTION REQUIREMENTS FOR CONNECTING AN INDEPENDENT POWER PRODUCER WIND FARM TO THE DISTRIBUTION NETWORK - IRISH EXAMPLE**

Authors: Dušan HORVAT, Powercomm Engineering Ltd., Ireland, Predrag SMILJIĆ, IED LLC Belgrade, Serbia, Dražen TUBIĆ, Powercomm Engineering Ltd., Ireland

The paper presents the requirements for adjustment and testing of protection in the point of connection of power plant/wind farm to the distribution network, prescribed by the distribution system operator in Ireland. The focus of above requirements is on providing conditions for connecting the generator to the distribution system as long as possible during frequency and voltage variations in the system, without jeopardising the stability of the actual distribution system.

The protection device controlling the switch in the point of connection is always under the control of the ditribution system operator. Voltage, frequency and island operation parametres, testing method and permitted deviations are precisely defined for the windfarm connection point and do not depend on the parametres of same protection, used for wind generators. The paper is important from the standpoint of initiating more intensive discussion on the subject of protection in the point of DG connection, with a purpose to closely define and improve the national regulations on this subject.

Questions for discussion:

1. What is the experience during and after the commissioning of new wind farms connected to the distribution network in EU based on the Irish example?
2. Can the authors recommend what should be taken over from the current Irish practice and applied in our technical regulations from this field of application?
3. Can the authors present the reasons why the Irish system operator chose ROCOF protection against island operation, compared to other types of protection for this purpose?

**R-3.09 ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF DIGITAL TECHNOLOGY APPLIED TO PRIMARY DISTRIBUTION SUBSTATIONS**

Authors: Rui Dias JORGE, Francisco BRANDÃO, Joana SANTOS, Efacec, Paulo Costa SANTOS, Sérgio Alexandre LOPES, Rui Miguel OLIVEIRA, EDP Distribuição, Rogério Dias PAULO, Efacec, Portugal

The paper presents the methodology for the assessment of digital technology used in substation, and which are based on the latest communication protocol IEC 61850. The subject protocol has been used for over 15 years in implementation of the supervisory control systems (SAS) within substations, and it has so far verified its declared robustness and high reliability. The authors have presented only one proposed architecture, although it is posssibe to analyze several different types of architecture, which may often be very complex, considering that we frequently have substations with over 60 MPCU.

Questions for discussion:

1. Why have other standard types of architecture not been analyzed as well, given that the proposed RSTP architecture has a different structure when we have a large number of MPCU devices?
2. Given that the active network equipment has a wider temperature range than the analyzed one, why was analyses not done for the declared maximum temperature ranges?
3. Table 4 presents calculations of extremely high MBTF values for the communuication *switch*, although the past experience in operation actually show that it is an unreliabe element from the actual communication card in MPCU. The authors' comment on this would be appreciated.

**R-3.10 CALIBRATION OF TIME INTERVAL MEASUREMENT OF THE DEVICES FOR PRIMARY RELAY PROTECTION TESTING**

Authors: Milan DIMITRIJEVIĆ, Slavko SABOVLJEV, Nada VUČIJAK, Siniša ŠOŠKIĆ,
Institute of Electrical Engineerring DEC, LLC, Zrenjanin, Serbia

The paper gives a brief description of the calibration of time interval measurent of devices for primary relay protection testing according to SRPS/ISO/IEC 17025, and analysis of the contribution of certain measuring uncertainty components concerning the calibration results.

The paper also gives an actual example of calibration results for one point of measurement, the result of a measuring error and expanded measuring uncertainty in accordance with the document EA-4/02M:2013. Analysis is given of measuring uncertainty components in the case of this calibration and the conclusion is that the greatest contribution to the overall measuring uncertainty results from the resolution of a calibrated unit of time. Information included in the paper can be of use to colleagues using the devices for relay protection testing.

Questions for discussion:

1. Besides the calibration of time interval measurent function, what other functions are calibrated on devices for primary relay protection testing?

2. How do procedures for calibration of time interval of devices for secondary relay protection testing differ from such procedures in devices for primary relay protection testing?
3. How long is the period of calibration of devices for primary relay protection testing as recommended by the manufacturers?

**R-3.11 SELECTION OF THE VOLTAGE REGULATOR'S CHARACTERISTIC IN DIFFICULT OPERATING CONDITIONS AND LOW POWER FACTOR IN THE NETWORK OF MEDIUM VOLTAGE**

Authors: Svetislav MILORADOVIĆ, PE EPS – Thermal Power Plants and Mines, Kostolac,
Tomislav RAJIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

The paper deals with the subject of voltage regulation which is not sufficiently discussed, considering its importance. Particularly in this case when the power factor is lower than the industrial operation with engines in difficult operating conditions, which is not the case in distribution networks with a power factor above 0.85. The issue is in the non-linear characteristic of transformer compared to the linear automatic voltage regulator characteristic with lower power factors. The paper proposes two solutions for this issue.

Questions for discussion:

1. Did you obtain the voltage regulator and transformer characteristics through measurements presented in Fig. 3? If so, please describe in detail the measurements and results.
2. Do you have the results of the effect of ARN in the first and second case of ARN adjustments given in the paper supporting your conclusions?
3. The conclusions refer to substation Rudnik 3 and its solution of voltage regulation. Substation Rudnik 3 is not highlighted anywhere in the paper, so please briefly describe its solution.

**R-3.12 THERMAL SECURING OF ELECTRICAL CONTACTS INSIDE OIL POWER TRANSFORMERS**

Author: Ioan RUSU, Electrica, Romania

This paper proposes a method of thermal insulated internal electrical contacts in power transformers. Transformersfor of primary distribution are considered, HV/MV. During short circuits in the MV electrical networks, with currents 10 - 20kA, there may be damage to the internal electrical contact in the transformer. Thermal insulation of internal contacts is proposed using cardboard tube with polyurethane foams, mastic or cement. In this way, the generation of gases in the oil and the possible operation of the transformer protection in operation is avoided.

Questions for discussion:

1. Is there any statistical analysis of the considered type of defects, on internal electrical contacts welded or other type, in relation to other types of failures on power transformers?
2. In the transformer operation, the analysis of dissolved gases in oil detects the appearance of damaged internal electrical contacts, with other failures. In case of application of the proposed method of thermal isolation of contacts, how would the occurrence of damaged internal electrical contacts on the transformer be detected?
3. Has the proposed method been applied so far in the production of transformers and what are the experiences?

**R-3.13 APPLICATION OF METHODS OF DIAGNOSTIC TESTS OF ISOLATION SYSTEM OF ENERGY TRANSFORMERS FOR PREDICTING THE RELIABILITY OF ENERGY TRANSFORMERS IN THE EE SYSTEM**

Authors: Edin TIRO, POWER TRANSMISSION B&H,
Saša ĐEKIĆ, ZP Elektro Doboj a.d. Doboj, Bosnia and Herzegovina

The paper deals with the application of a set of methods for diagnostic testing of isolation parts of the energy transformer, for the purpose of greater operating reliability of these certainly critical elements of the electricity distribution system. Experts are quite familiar with the presented methods, and have therefore been used for many years in electricity distribution companies, so that the presented results can be compared with the results of other electricity distribution companies within the region. The authors' statement according to which the set of diagnostic methods used in a longer period of time had to a great extent preventively contributed to eliminating damages in power transformers, clearly indicates that the authors have successfully, in terms of the applied methodology, handled this issue by selecting an optimal set of diagnostic tests.

Questions for discussion:

1. Was transformer loading (given in Table 3) taken into account during thermographic recording of transformer isolators (in the period 2013-2016)? Was it taken into consideration that thermographic recording should be done in similar weather conditions in the mentioned period?
2. Were capacitance measurings and *tan δ* by *on-line* monitoring done, and what are the results of such monitoring? What is the experience during such monitoring?
3. Does each transformer have its data base with all methods of testing, or is the data base made according to each isolator (serial number), and what data is entered into the data base?

**R-3.14 ACCESS TO THE DATA BASE CONTAINING INFORMATION ABOUT MAINTENANCE OF 110KV AND 35kV TRANSFORMERS AND SECURITY ASPECTS**

Authors: Tamara CVJETIĆANIN, Svetlana MEĐO, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

The paper describes safety/security aspects of access to information that can be found in the DSO EPS Distribution systems. It gives a scenario which should illustrate the possible direction of attack on the information system. The subject of safety aspects is always a current topic, especially in companies such as DSO EPS Distribution, which has been recognised as one of the system operators of particular importance. On the other hand, this subject has been extensively and professionally covered in literature accessible on the Internet, so that the right measure should be considered when presenting the general security aspects and specific aspects related to the specific case discussed in the paper.

Questions for discussion:

1. Given that the subject data base are used in an organisational entity within a distribution area, where access to the data base is granted only to a limited (small) number of personnel, how do the authors perceive it to be jeopardised by unauthorised users? And with what intention?
2. As sensitive data are concerned, which are of interest mainly to persons outside of DSO's organisational entities, what are the possible mistakes in corporative data protection at the DSO level perceived by the authors?
3. Considering that IMS maintenance documents are currently outstanding, how have the security aspects in access to information been planned to be covered after their adoption?

**R-3.15 NEW SOLUTION FOR CONTINUOUS MONITORING OF PARAMETERS OF ANY INDIVIDUAL CELL OF STATIONARY ACU BATTERIES**

Authors: Ivan TODOROVIĆ, Siniša DURUTOVIĆ, NT SOFT, Serbia

The paper describes the characteristics of a solution for continuous monitoring of parameters of the whole system, as well as of any individual cell. Although the paper states that a new solution is concerned, similar solutions for monitoring the operation of ACU batteries in substations have been in use for many years. The statement that nothing has changed at the users' level for many years is not in accordance with the state of affairs, given that state of the art systems are applied in some distribution areas for supervision of continuous supply in substations, which are even integrated into the SCADA system.

Questions for discussion:

1. What practical experience do the authors have in applying the proposed solutions in practice, as they state that the solution thereof is used only in one substation?
2. Taking into consideration that the solution also includes a possibility for monitoring the parameters of any individual cell of ACU batteries, how much is that solution more expensive than the standard solutions which apply the parameters of ACU batteries on the whole?
3. As a decentralised solution is concerned compared to the SCADA system at the control centre, how do the authors explain the conclusion that *"There is no more need for expensive and complex SCADA software packages and expensive servers at the control centres"?*
4. Modern systems for remote control of continuous supply in substations are primarily based on the concept that they possess an autonomy compared to the remote supervisory control of substations. How do the authors explain their standpoint, given that they propose a solution that assumes integration with the existing remote terminal unit?

**R-3.16 DECONTAMINATION OF PCB CONTAMINATED ENERGY TRANSFORMERS IN PE EPS AND PD ELEKTROVOJVODINA – RESULTS OF THE USE OF DOMESTIC PATENTED TECHNOLOGY OF OIL DECHLORINATION DEVELOPED WITHIN NIKOLA TESLA INSTITUTE**

Authors: Jelena JANKOVIĆ, Draginja MIHAJLOVIĆ, Neda KOVAČEVIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena LUKIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering, Belgrade Serbia

The paper gives a review of decontamination of PCB (by pyralene) contaminated energy transformers in electric power facilities in one of the DSO distribution areas. The presented methodology with procedures, as well as the final results, indicate the complexity of issue occurred in energy transformer operation, and the complexity of procedure for eliminating the harmful effects of PCB on human health and the environment.

Questions for discussion:

1. What is the maximum value of transformer contamination by PCB when using the described method, in order to bring such transformer to the contamination value up to 50 ppm?
2. On what basis was the time interval established for repeated testing within 3 months? Were measurings also done after 4,5 or 6 months and was there an observed increase of the PCB content in time (considering transfer of PCB molecules from paper to oil)?
3. Is the pyralene corrosive sulphur reduced to a greater percentage by using the presentred method? Can that be changed (if oil is more corrosive than contaminated by PCG/or vice versa)?

**Subject 3:**

**Telecommunictions in electricity distribution networks**

Referee: Goran NEDIĆ, M.Sc., PE EPS LLC, Belgrade, Serbia

**R-3.17 DIGITAL RADIO SYSTEMS AS A PART OF THE MEDIUM VOLTAGE SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION SYSTEM**

Authors: Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Bratislava RADMILOVIĆ, DSO EPS Distribution, Novi Sad, Serbia

The paper describes implementation of the digital radio communication system in the distribution area of Vojvodina and gives a practical contribution. The paper indicates the important functionality of using a unified communication infrastructure for speach transmission and for the remote control system in the medium-voltage distribution network.

Questions for discussion:

1. Make an analysis of whether the digital narrowband DMR radio systems can also be used for the Remote Control System in the high-voltage distribution network.
2. Explain how on the territory of ED Subotica by using fixed radio stations with additional modem, remote control of LV network was made possible.
3. Was the "store and forward" functionality achieved in the implemented system?

**R-3.18 APPLICATION OF COMMUNICATION SYSTEMS FOR THE NEEDS OF MANAGING THE PDN IN THE DISTRIBUTION AREA OF BELGRADE**

Authors: Sanja JOVANOVIĆ, Predrag ŠEJAT, Dragi RALIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

The importance of the paper is primarily reflected in the systematic presentation of many complex communication systems used for the needs od PDN management in the distribution area of Belgrade, which differ in terms of transmission medium, capacity and used technology.

Great efforts were made during the review in terms of clarifying and removing certain ambiguities and confusion, on the basis of originally submitted material, and to emphasize the importance of systematic presentation and overview of a great deal of applied communication systems, for the purpose of justified need for further improvement of the complete communication system for the distribution activity in the consumer area of Belgrade.

Questions for discussion:

1. How was the strategy of replacement of existing radio systems by new ones established? Was the basic criterion the length of operating life of the radio system?
2. When designing the new radio system, primarily the speech radio system, were their any considerations in respect of expanding the radio system functionality for the purpose of integration of transfer of some important information from other systems implemented in the electric power facility (access control, fire protection station, supervisory systems for continuous supply, failure notification signals from power facility, etc.)?

**R-3.19 COMMUNICATION INFRASTRUCTURE – EXPERIENCE IN WORK IN DC 110/35kV**

Authors: Marko JOVANOV, Zoran JOVANOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Serbia

The paper focuses on the operation of Control Centres in Belgrade. It notes that TETRA is used, which is incorrect. It was used during the emergency situation caused by floods. Indicating the use of *Viber* in communication is unacceptable for security and formal reasons, but indicates the need for using the customized CMMS application developed according to IMS procedures which would cover the work permit, work order, and communication between the dispatch and field workforce.

Questions for discussion:

1. Can the authors clarify the proposed solution compared to the new platforms used in dispatch telephony?
2. How do the authors perceive the existing communication services in operation compared to the planned communication services foreseen by the Study on the development of communication system in the consumer area of the city of Belgrade?
3. Is there any coordination with competent services at the level of the city or republic? Is there any coordination with the competent services on the level of the city or the republic in the case of emergency situations, and how is it implemented? Are there any special existing communication services for such situations?
4. How do the authors perceive the future trends of integration of communication and information solutions wihin the DCC *Belgrade*?

**R-3.20 EXAMPLE OF THE TEMPORARY SOLUTION OF THE TELECOMMUNICATION ROUTE FOR MANAGEMENT WITH TS 110/35/10kV "ILIĆEVO" AFTER RECONSTRUCTION**

Authors: Ivan SAVČIČ, Slađana BIOČANIN, Goran SAVIĆ, Biljana JANKOVIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Subsidiary Kragujevac, Serbia

The paper presents one solution of communication serving as a temporary solution in the distribution area of Kragujevac. The authors have clearly indicated the future needs for implementing optical telecommunication infrastructure, which should perspectively

be uniformly implemented in the whole DSO distribution area, not only in one part of it. Given that there is an extreme difference concerning the level of implementation of the existing telecommunication infrastructure in the distribution areas, a development strategy clearly needs to be defined, taking into account that the infrastructure should be based on standard transmission systems, but also on specific characteristics of the electricity distribution network and facilities in distribution areas. The paper gives a brief technical and economic analysis indicating the amount of investments to be made for providing a telecommunication routes towards electric power facilities, as well as the positive effects of reducing the number of interruptions in electricity supply.

Questions for discussion:

1. The authors state in the paper: "This is to establish an optical route as the main control and signalization transmission route from the Control Centre according to TS KG 01, KG 02, KG 005 and KG 003 (all in the city nucleus) and the headquarters which was at that time (2012) unique in Serbia". What part of the connection is referred to as unique for Serbia in 2012, taking into account that opics had actually been installed in many routes within the ED companies in Serbia?
2. What do the authiors assume under the "radio-modem package"?

**R-3.01**

## UNIFIKACIJA SISTEMA DALJINSKOG NADZORA I UPRAVLJANJA U ODS "EPS DISTRIBUCIJA"

Bratislava RADMILOVIĆ, Božidar ĆIRIĆ, Gordana JOVANOVIĆ, ODS „EPS Distribucija",
Gordan KONEČNI, Željko AĆIMOVIĆ, Institut „Mihajlo Pupin", Beograd, Srbija

Presek stanja sistema daljinskog nadzora i upravljanja u dispečerskim centrima Operatora distributivnog sistema „EPS Distribucija" je pokazao da postoji značajna razlika zatečenih SCADA sistema, kako po pitanju verzije softvera, tako i po pitanju načina implementacije. Ovakvo stanje dugoročno povećava cenu održavanja sistema, i otežava definisanje jedinstvene procedure u postupanju dispečerske službe prilikom pojave određenih događaja na trafo stanicama. Uočava se potreba za jedinstvenim alatom za daljinski nadzor i upravljanje, kao i tehničkom bazom podataka koja će biti struktuirana i formirana na jedinstvenim principima.

Zbog toga je realizaciji unificiranog SCADA sistema za potrebe ODS „EPS Distribucija" prethodio rad stručnih lica ODS-a koji je izradio podloge za izradu biblioteke grafičkih simbola, tipskih polja i procesnih veličina, kao i strukture i hijerahije tehničke baze podataka. Izvršeno je šifriranje svih trafostanica VN/SN i SN/SN, što je uz definisanje načina šifriranja procesnih veličina omogućilo automatsko kreiranje njene šifre pri instanciranju u konkretnoj implementaciji. Definisana su tipska polja u smislu njihove grafičke prezentacije i skupa veličina u procesnoj bazi podataka. Dati su funkcionalni zahtevi za administratorske alate koji imaju cilj da omoguće lak, precizan i automatizovan rad na kreiranju i izmeni tehničke baze i grafičkih prikaza u SCADA sistemu.

Na osnovu datih podloga realizovano je inženjersko okruženje za konfigurisanje sistema upravljanja distributivnim centrima. Osnovni pravci razvoja alata su predstavljali popunjavanje topološke baze podataka kroz proces kreiranja dinamičkih prikaza jednopolnih šema distributivnih objekata u editoru slika i olakšavanje unosa konvencijom imenovanja striktno definisanih SCADA veličina kroz editor procesne baze podataka. Korisniku je omogućeno da definiše složene konfiguracione objekte koji obuhvataju više tipskih SCADA veličina, imaju pridružen skup različitih grafičkih realizacija za potrebe prikaza informacija na dinamičkim prikazima, kao i definisanu semantiku i ponašanje u topološkom modelu. Instanciranjem ovakvih objekata kroz editor baze ili editor slika, automatski se popunjavaju sve dodatne informacije definisane datim šablonom, uz poštovanje svih definisanih pravila imenovanja elemenata sistema daljinskog upravljanja. Za veći broj veličina, koje obuhvataju mahom alarmne informacije, dozvoljen je uobičajen način unosa, bez potrebe za definisanjem dodatnih struktura.

Prva lokacija na kojoj je predviđeno puštanje novog sistema je PDC Pančevo. Zbog preimenovanja veličina, ujednačavanja opisa i ponašanja svih signala u sistemu, nije moguće izvršiti prostu konverziju starih konfiguracionih podataka. Funkcionalno testiranje se stoga nameće kao obaveza pri puštanju svakog centra. Definisane su procedure za testiranje novih centara koje omogućavaju paralelan rad oba sistema tokom perioda testiranja i probnog rada, uz minimalan uticaj na rad postojećih sistema.

**Ključne reči:** SCADA, procesna baza, funkcionalno ispitivanje.

## UNIFICATION OF SCADA SYSTEMS IN DISTRIBUTION CONTROL CENTERS OF "EPS DISTRIBUCIJA"

Analysis of existing SCADA systems in dispatcher control centers of "EPS Distribucija" showed significant differences in installed software and system implementation. This increases maintenance costs in the long term and makes it difficult to define comprehensive procedures for dispatchers how to react on specific events in substations. The requirement of "EPS Distribucija" was to have identical SCADA software implemented using the same design principals in each control center.

The realization on new uniformed SCADA system in “EPS Distribucija” started with specification of templates for graphical symbol libraries, object and data point types, as well as data structure and hierarchy, all done by the Working group within “EPS Distribucija”. Naming conventions for SCADA data points were defined on the company level, as well as codes for substations, distribution lines and measurement types, allowing for automatic creation of data points for each instantiated object. Graphical representation, required data point types and behavior were defined for each bay type on abstract level. Functional requirements for each engineering tool were given to allow easy and automated creation and system maintenance.

Based on these inputs, an engineering environment specific for distribution control centers was realized. Main focus of development were creation of topological database based on single line diagrams used in SCADA displays and simplification of insertion of SCADA data points following strict naming and semantic rules. The user is provided with means to define complex configuration objects containing several template data points, having a set of different graphical representations with a specific semantics and behavior in the topological model. Instantiating these objects in database editor or graphical editor guarantees that all additional information is filled and all specific naming and behavior rules are met. Most data point however represent alarms, which have no need for additional attributes, and these points can be entered the traditional way.

PDC Pančevo was selected as the first location where the new system is to be implemented. Because of data point renaming and unification of description and behavior of objects in the system, it was not possible to perform a simple conversion of SCADA configuration database, which makes functional testing mandatory for each location. Testing procedures were defined so that parallel operation of both old and new system is possible during the testing and probation period.

**Key words:** SCADA, process database, functional testing.

**I-3.02**

## JEDAN NAČIN PRIMENE IZVEŠTAJNOG PODSISTEMA SCADA SISTEMA ZA KREIRANJE IZVEŠTAJA U PROŠIRENOM REALNOM VREMENU

Predrag BAJČETIĆ
ODS “EPS Distribucija” d.o.o. Beograd, Ogranak “Elektrodistribucija Sombor” Sombor, Srbija

U radu se opisuju neki od načina korišćenja aplikacija izveštajnog podsistema SCADA sistema za brzo prezentovanje podataka o broju pobuda zaštita, isključenja prekidača u nekom vremenskom intervalu u zavisnosti od uzroka isključenja, kumulativnog trajanja isključenog ili uključenog stanja uz podatak o broju isključenih stanja u periodu od interesa i sl. Pojednostavljeno, opisuju se neki od mogućih načina za kreiranje izvštaja u “realnom proširenom vremenu”, korišćenjem liste hronološkog registratora događaja (HRD lista) i logičkih operatora. Takođe se prezentuje i nekoliko primera tako kreiranih izveštaja, uz osvrt na primenjenu logiku za njihovo kreiranje, kao i mogućnosti njihove primene u procesima upravljanja i održavanja distributivne mreže, naponskog nivoa 20kV.

**Ključne reči:** SCADA, izveštaj, podsistem, analiza.

## A METHOD OF APPLICATION REPORTING SUBSYSTEM SCADA SYSTEM FOR CREATING A REPORT IN THE EXPANDED REAL-TIME THE EXPANDED REAL-TIME

Paper describes some of the ways to use the application reporting subsystem SCADA system for fast presentation of data on the number of excitation protection, disconnection switch in a time interval depending on the cause of exclusion, the cumulative duration excluded or included with status information on the number of excluded status in the period of interest etc. In simple terms, describe some of the possible ways to create repports in the "real extended time", using chronological list of events (HRD list) and logical operators. It also presents several cases of reports also created, with reference to the logic applied to their creation, as well as possibilities for their application in the processes of management and maintenance of the distribution network, at the voltage level of 20kV.

**Keywords:** SCADA, repport, subsystem, analyze.

## PRIMENA OPEN SORCE REŠENJA U SCADA SISTEMIMA

Siniša DURUTOVIĆ, Ivan TODOROVIĆ, NT SOFT, Srbija

Primena open sorce rešenja u SCADA sistemimaNove telekomunikacione tehnologije i standardni IT protokoli, u kombinaciji sa savremenim hardware-om omogućavaju novi pristup u koncept SCADA sistema. Klasični SCADA sistem sa različitim nestandardnim protokolima pojedinih proizvođača opreme, zamenjen je konceptom miniSCADA, koji je baziran na standardnim mrežnim protokolima i servisima baziranim na TCP/IP protokolu. Novo u konceptu miniSCADA je da se kompletna akvizicija, obrada, arhiviranje svih podataka i merenja i generisanje alarma vrši loklano. Korisnik pristupa udaljenoj lokaciji preko standardnog web browsera putem običnog računara ili telefona i može online da prati rad opreme. Ovakav koncept, povećava pouzdanost sistema nadzora, mnogo je jednostavniji i lako se integriše u poslovni sistem korisnika. U radu je, pored karakteristika novog koncepta i prednosti koje on donosi, opisan i praktičan primer realizacie ovakvog sistema

**Ključne reči:** Open, sorce, rešenja, SCADA, sistemi.

## USE OF OPEN SOURCE SOULTIONS IN SCADA SYSTEMS

Application of open sorce solutions in SCADA systemsNew telecommunication technologies and standard IT protocols, combined with modern hardware, enable a new approach to the SCADA system concept. The classic SCADA system with different non-standard protocols of individual equipment manufacturers has been replaced by the miniSCADA concept, which is based on standard network protocols and TCP / IP based protocol services.New in the concept of miniSCADA is that complete acquisition, processing, data archiving and measurement and alarm generation are done locally. The user accesses a remote location via a standard web browser via a regular computer or phone and can online monitor the operation of the equipment.This concept, enhancing the reliability of the control system, is much simpler and easier to integrate into the business system of users.The paper describes the characteristics of the new concept and the advantages it brings. There is also a practical example of the implementation of such a system.

R-3.04

## ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SCENARIJA AUTOMATIZACIJE U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA U PRISUSTVU NEIZVESNOSTI

Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija
Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija

U ovome radu je prikazana procedura zasnova na upravljanju rizikom za dobijanje najboljeg scenarija automatizacije u prisustvu neizvesnosti u distributivnim mrežama u kojima se koriste podsticajne šeme za vrednovanje pouzdanosti. Predloženi pristup razmatra neizvesnosti vezane za budući rast opterećenja, intenzitet otkaza elemenata mreže i trajanje prekida u napajanju. On koristi fazi skupove, fazi mešovito celobrojno linearno programiranje i alat za upravljanje rizikom za određivanje optimalnog tipa, broja i lokacije uređaja za automatizaciju u prisustvu napred navedenih neizvesnosti. Predloženi pristup razmatra podsticajne šeme za vrednovanje pouzdanosti koje koriste prošireni skup indeksa pouzdanosti (SAIFI, SAIDI, MAIFI, ASIDI) zajedno sa troškom uređaja za automatizaciju i troškom relokacije postojećih uređaja.

**Ključne reči:** automatizacije mreže, analiza rizika, podsticajna šema, indeksi pouzdanosti, fazi skup.

## OPTIMAL AUTOMATION SCENARIO IN DISTRIBUTION NETWORKS IN THE PRESENCE OF UNCERTAINTY

This paper presents a risk-based procedure for obtaining the best network automation scenario in the presence of uncertainty in distribution networks where performance-based regulation of continuity of supply is used. The proposed approach takes into account the uncertainty in loads, failure rates, and interruption duration. It employs fuzzy sets, fuzzy mixed integer linear programming algorithm, and a tool for managing risk to determine the optimal number, type and location of different types of automation devices in the presence of the aforementioned uncertainty. The presented approach considers performance-based (reward/penalty) schemes for an extended group of network reliability indices (SAIFI, SAIDI, MAIFI, and ASIDI) along with the cost of new automation devices and cost of relocation of the existing devices.

**Key words—** network automation, risk analysis, performance-based regulation, reliability indices, fuzzy set.

**R-3.05**

## ISKUSTVA U RADU SA UREĐAJIMA ZA LOCIRANJE KVARA NA NADZEMNIM VODOVIMA U DELU DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

Danilo ŠAKOVIĆ, Marko RISTIVOJČEVIĆ, Zoran RISTANOVIĆ
Siemens d.o.o. Beograd, Srbija

Cilj svakog elektroenergetskog sistema jeste siguran i pouzdan prenos električne energije sa što kraćim prekidima u napajanju potrošača. Lokalizacija kvara na srednjenaponskim nadzemnim vodovima u ruralnim delovima distributivnog sistema Srbije u prošlosti je bila komplikovana. Pored toga što je vremenski dugo trajalo, bilo je potrebno angažovanje ljudstva, kako bi se kvar lokalizovao, izolovao i u što kraćem roku se ponovo uspostavilo pouzdano napajanje potrošača. U ovom radu biće prestavljen novi sistem za lokalizaciju kvara, kao i iskustva iz eksploatacije u distributivnom sistemu Srbije, ogranak ED Sremska Mitrovica. Uređaji FSI (Fault sensor indicator), FCG (Fault collector gateway), zajedno sa SCADA sistemom (u dispečerskom centru ED Sremska Mitrovica) čine efikasan sistem, koji bi zamenio tradicionalne metode, koje su do sada primenjivane i time napravio prvi korak ka digitalizaciji distributivnog sistema. Uređaj FSI služi za detekciju zemljospoja i faznih kvarova. Registruje i prolazne i trajne kvarove. Takođe registruje i vrednosti struja i prisustvo napona. Montira se direktno na fazni provodnik nadzemnog voda. Uređaj FCG se koristi kao veza između FSI uređaja i SCADA sistema, pri čemu prikuplja sve signale putem radio veze, a zatim SCADA sistemu informacije prosleđuje putem IEC 60870-5-104 protokola. Pored opisa samog sistema i njegovog funkcionisanja, u radu će biti prikazane liste događaja određenog perioda rada u pogonu.

**Ključne reči**: kvar, lokalizacija, eksploatacija, vazdušni vod, pouzdanost, digitalizacija.

## EXPERIENCE IN WORK WITH FSI AND FCG DEVICES FOR FAUL LOCALIZATION ON OVERHEAD LINE IN PART OF DISTRIBUTION SYSTEM SREMSKA MITROVICA

Aim of every electrical system is safe and reliable transfer electrical energy with interruption as short as it can be. Localization of faults on overhead lines in rural parts of distribution system of Serbia was very complicated in the past. Beside that took too long time, engagement of people was necessary, for fault localization, isolation and system restoration. New system for fault localization will be presented in this paper. Exploitation experience from distribution system of Serbia, ED Sremska Mitrovica will be presented too. Device Fault Sensor Indicator (FSI) detects the phase fault and ground fault when it is mounted on the MV overhead line. Device SICAM FSI indicates both temporary fault and the permanent fault. Fault Collector Gateway (FCG) device receives both the load current values and distribution line faults via the FSI device. The received information status and events are transmitted to the control center based on the IEC 60870-5-104 protocol. Devices FSI, FCG together with SCADA makes efficient system for fault localization which is a first step to the full grid digitalization. Besides system description and its functionality, event logs will be included in this paper.

**Key words**: fault, localization, exploitation, overhead line, reliability, digitalization.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## ПРИМЕНА ЛОКАТОРА КВАРА У АУТОМАТИЗОВАНОЈ ДИСТРИБУТИВНОЈ МРЕЖИ
## PRIMENA LOKATORA KVARA U AUTOMATIZOVANOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Никола БОГДАНОВИЋ, Ненад САЈИЋ, Илија МАКСИЋ
Електромрежа Србије АД

Један од главних циљева приликом аутоматизације дистрибутивне мреже је смањење трајања прекида испоруке електричне енергије, које се огледа у бржем одређивању места квара, као и смањењу конзума који остаје без напајања приликом појаве квара. Да би се постигли ови циљеви све више се користи савремена технологија и најновија техничка решења, односно све се више приближава концепту „*smart grid*“. Концепт интелигентних мрежа у дистрибутивним системима подразумева велику количину аутоматизоване опреме и апликација за управљање и надгледање дистрибутивних система. Количина новца неопходна за постизање овог циља далеко премашује позитивне ефекте који се постижу и економски није оправдана на овим просторима. Решење је проналажење оптимума између количине уложеног новца и позитивних ефеката, уз благу фаворизацију позитивних ефеката (услед либерализације тржишта и очекиваног раста цене електричне енергије у наредном периоду). Једно од понуђених прелазних решења у аутоматизацији дистрибутивне мреже би могло да буде коришћење комбинације локатора квара, аутоматизоване расклопне опреме и напредних софтверских решења. Локатор квара постављен на почетак извода нема тренутну примену у разгранатој дистрибутивној мрежи. Уз софтвер који на бази вероватноће локације квара врши управљачке функције промене конфигурације мреже постигао би се сличан ефекат као приликом коришћења великог броја интелигентних линијских прекидача (реклозера).

**Кључне речи**: локатор квара, аутоматизована дистрибутивна мрежа, софтвер.

## USING FAULT LOCATOR IN AUTOMATED POWER DISTRIBUTION NETWORK

Nikola BOGDANOVIĆ, Nenad SAJIĆ, Ilija MAKSIĆ, Elektromreža Srbije AD, Serbia

One of the main goals in the automation of a power distribution network are reduction of the outage time, which means less time for locating fault, and the reduction of electricity consumption hit by outage. In order to achieve these goals, modern technology and the latest technical solutions are more and more being used, they are increasingly approaching the concept of "smart grids". The concept of intelligent networks in distribution systems involves a large amount of automated equipment and applications for managing and monitoring distribution systems. The amount of money necessary to achieve this goal is far greater than the positive effects of the implementation of this model and economically it's not justifiable in this area. The solution is to find the optimum between the amount of money invested and the positive effects, with a slight favoring of positive effects (cause of market liberalization and the expected rise in electricity prices in the coming period). One of the offered transitional solutions in automation of the distribution network could be using combination of fault locator, automated switching equipment and advanced software solutions. Now, it is not usually in use placing of the fault locator on beginning of a non-radial feeder. Using the software that, based on the probability of the location of the failure, performs the control functions of the network reconfiguration, it would achieve a similar effect as well as using a large number of intelligent line switches (reclosers).

**Key words:** fault locator, automated power distribution network, software.

**R-3.07**

## PREDLOZI ZA IZMENU UPUTSTVA ZA PLANIRANJE ISKLJUČENJA I SPROVODJENJE OSNOVNIH MERA OBEZBEDJENJA MESTA RADA NA ELEMENTIMA EES 400kV, 220kV I 110kV REPUBLIKE SRBIJE

Dragan IVANOVIĆ, ODS EPS Distribucija Kraljevo, Srbija / *Serbia*

Zakon o energetici razgranicava prenosni i distributivni sistem.Granica izmedju sistema se razlicito tumaci i razumijeva.U radu se predlaze rjesenje i uticaj na ulogu OPS i ODS i njihove odgovornosti.

**Ključne reči:** Zakon o energetici, OPS, ODS.

## PROPOSALS FOR REVISION OF GUIDELINES FOR SWITCHING PLANNING AND IMPLEMENTATION OF BASIC MEASURES FOR SECURING PLACE OF WORK ON THE POWER SYSTEM ELEMENTS 400kV, 220kV AND 110kV OF REPUBLIC OF SERBIA

Paper presents the current legal and coorporate environment in energy sector in which Guidelines for switching planning and implementation of basic measures for securing place of work on the power system elements 400kV, 220kV and 110kV of Republic of Serbia must be changed and harmonized.

**Keywords:** The law on energy, TSO, DSO.

**R-3.08**

## ZAHTEVI ZAŠTITE ZA PRIKLJUČENJE VETROPARKA NEZAVISNOG PROIZVOĐAČA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA DISTRIBUTIVNU MREŽU - NA PRIMERU IRSKE

Dušan HORVAT, Powercomm Engineering Ltd., Irska
Predrag SMILJIĆ, IED d.o.o., Srbija
Dražen TUBIĆ, Powercomm Engineering Ltd., Irska

U radu su prikazani zahtevi za podešavanje zaštite na tački priključenja, EGIP (Embedded Generation Interface Protection), i zahtevi za njeno ispitivanje koji su propisani od strane operatera distributivnog sistema u Irskoj, kako bi se vetropark nezavisnog proizvođača električne energije priključio na distributivni sistem. Cilj ove zaštite je da identifikuje i izoluje vetropark u slučaju kvara na distributivnom sistemu i spreči ostrvski rad vetroparka. Parametri EGIP zaštite su usklađeni sa evropskim standardima (ENTSO-E European Network Code). Ovaj vid zaštite je fokusiran da održi generatore priključene na distributivni sistem dok god je to moguće tokom frekventnih i naponskih varijacija bez ugrožavanja stabilnosti samog distributivnog sistema. Kako su se menjale tehnologije proizvodnje vetrogeneratora i vršile analize uticaja vetroparkova na distributivni sistem tako su se vremenom menjali i zahtevi za podešavanje zaštite u Irskoj. Irska je jedna od vodećih zemalja u Evropskoj uniji po učešću električne energije iz vetroparkova na kopnu u ukupnoj potrošnji električne energije. Priključenje vetroparkova na distibutivni sistem u Irskoj se vrši na 10/20kV i 38kV distributivni nivo i razlikuje tri načina povezivanja („*dedicated*" odvod, deljena konekcija i direktno preko transformatora). U zavisnosti od instalisanog kapaciteta i načina konekcije vetroparka, varira i mesto postavljanja EGIP zaštite kao i prekidač koji treba da se otvori prilikom njenog reagovanja. Sam zaštitni uređaj je uvek pod kontrolom operatera distributivnog sistema. Parametri naponskih, frekventnih i zaštita od ostrvskog rada, način testiranja i dozvoljene devijacije su precizno definisane za tačku priključenja vetroparka i ne zavise od parametara istih zaštita kojima se štite vetrogeneratori.

**Ključne reči:** podešavanje zaštite vetropark interfejsa, testiranje zaštite vetropark interfejsa, EGIP zaštita.

## PROTECTION REQUIREMENTS FOR CONNECTING AN INDEPENDENT POWER PRODUCER WIND FARM TO THE DISTRIBUTION NETWORK - IRISH EXAMPLE

This paper presents the EGIP (Embedded Generation Interface Protection) protection and testing requirements at the point of connection in Ireland which are required by the Distribution Network Operator to connect an independent power producer wind farm to the distribution network. The aim of EGIP protection is to identify and disconnect the wind farm contribution to any fault on the distribution network and prevent islanding operation of the wind farm. EGIP settings conform to the European standards (ENTSO-E European Network Code). Focus of these settings is on keeping generators connected to the system as long as possible during frequency/voltage excursions without impacting the distribution network stability. With the change of the turbine technology and by performing analysis of the wind farms influence on the distribution network, protection parameters in Ireland have changed as well. Ireland is one of the leading countries in the EU in terms of percentage of on-shore wind generation in the total electricity demand. In Ireland wind farms are connected either to 10/20kV or 38kV in the distribution network via three different connection methods (dedicated feeder, shared connection or transformer feeder connection). Depending on total installed capacity and method of connection of the wind farm, location of EGIP protection, which is always under control of the Distribution Network Operator, as well as the target circuit breaker varies. Voltage, frequency and loss of mains protection settings, testing methods and allowed deviations during testing are defined for the point of connection regardless of the settings for the same protection functions which protect wind generators.

**Key words:** wind farm interface protection settings, windfarm interface protection testing, EGIP protection.

**R-3.09**

## ASSESSMENT OF THE RELIABILITY OF DIGITAL TECHNOLOGY APPLIED TO PRIMARY DISTRIBUTION SUBSTATIONS

Rui Dias JORGE, Francisco BRANDÃO, Joana SANTOS, Efacec, Paulo Costa SANTOS, Sérgio Alexandre LOPES, Rui Miguel OLIVEIRA, EDP Distribuição, Rogério Dias PAULO, Efacec, Portugal

With the advent of digital substation automation systems (DSAS) from process to station level, new system architectures can be envisioned to replace currently adopted approaches, which have been employed in the last decade. New architectures are expected to bring multiple benefits, including functional performance, reliability, simplification, flexibility and safety.More evident in transmission substations, where potential savings in equipment and installation are more significant in the total CAPEX/OPEX expenditure, in the primary distribution substation the optimization scenario needs to address the full SAS. Primary distribution substations, in which current cost/benefit analysis usually limits the employment of more performing and reliable solutions, are expected to benefit from fully-digital technologies, improving life-cycle economic performance of the distribution grid but this has to be carefully evaluated and addressed.Although SAS architectures for primary distribution substations vary significantly between utilities worldwide, a common optimized SAS solution for primary distribution substations today involves the use of single RSTP rings, single P&C IEDs for each MV feeder cubicle and both main and backup protection for each HV panel. Busbar differential is not frequently employed. On HV level distance protection is used via impedance methods and sometimes, when this protection cannot provide selective fault clearance, it is also used differential protection. Control functions typically have no redundancy except for station level control and gateway.This paper focuses on the evaluation of reliability, which is one of the key aspects of protection, automation and control systems. The authors address the quantification of reliability to compare currently adopted solutions with alternative future high-performing DSAS architectures. Reliability is evaluated through well-established RAM methodology. A measure of expected lifecycle value benefits/savings is also provided as a means of comparison. Key assumptions and estimations of the reliability and value factors regarding individual system components are stated.For a typical substation topology the currently employed SAS architecture and an alternative fully digital solution are evaluated. This alternative solution includes the use of process-levels IEDs, other physical networking architectures such as the use of HSR or PRP, and PTP based time synchronization of all devices. Functionally, different allocation strategies are addressed in the study as well as different communication network architectures, to evaluate the impact in the overall system reliability.The 60/30/15kV Montemor-o-Novo substation in the Portuguese mainland network, composed by three incoming 60kV lines, one single 60kV busbar and two three-winding transformers that can be operated in parallel in both secondary and tertiary sides, for which a fully digital system targeting the protection, automation and control of the HV side is planned, was selected for this study.This paper is a publication of the DSGrid project, cofunded by P2020 innovation and R&D initiative. DSGrid brings partners from the industry and research institutions together to develop next generation digital substation solutions addressing system digitalization including the use of process-close technologies and cybersecurity in T&D applications.

**Keywords:** Digital Substation, IEC 61850, HSR, Reliability, RAM methodology.

**R-3.10**

## ETALONIRANJE UREĐAJA ZA PRIMARNO ISPITIVANJE RELEJNE ZAŠTITE U FUNKCIJI MERENJA VREMENSKIH INTERVALA

Milan DIMITRIJEVIĆ, Slavko SABOVLJEV, Nada VUČIJAK, Siniša ŠOŠKIĆ
Elektrotehnički institut „DEC“ Doo, Zrenjanin, Srbija

Periodično etaloniranje uređaja za ispitivanja relejne zaštite obavlja se u laboratorijama koje su akreditovane za etaloniranje u skladu sa standardom SRPS/ISO/IEC 17025. Razlikuju se uređaji za primarno ispitivanje relejne zaštite i uređaji za sekundarno ispitivanje relejne zaštite. Uređaji za primarno ispitivanje relejne zaštite mogu da generišu velike struje i da istovremeno mere vremenski interval od trenutka uključenja do trenutka isključenja struje. U radu je dat kratak opis postupka etaloniranja uređaja za primarno ispitivanje relejne zaštite(u daljem tekstu DUT) za funkciju uređaja merenje vremenskih intervala, i analiza doprinosa pojedinih komponenti merne nesigurnosti rezultata etaloniranja. Pri etaloniranju se rezultat merenja vremenskog intervala DUT poredi sa rezultatom istovremenog merenja etalonom da bi se utvrdila greška merenja vremenskih intervala. Budžet merne nesigurnosti za rezultate određivanja greške merenja DUT proračunava se u skladu sa dokumentom EA-4/02M:2013 koji je obavezan za sve akreditovane laboratorije za etaloniranje. U radu je dat i konkretan primer rezultata etaloniranja za jednu mernu tačku: rezultat za grešku merenja i proširena merna nesigurnost.

**Ključne reči:** uređaji za primarno ispitivanje relejne zaštite, merenje vremenskih intervala, etaloniranje, metrološka sledivost, merna nesigurnost, dokument EA-4/02M:2013.

## THE CALIBRATION OF TIME INTERVAL MEASUREMENT OF THE DEVICES FOR THE PRIMARY RELAY PROTECTION TESTING

The periodic calibration of devices for testing relay protection are in resposibility of Laboratories accredited for calibration in accordance with SRPS / ISO / IEC 17025. The devices for primary testing of relay protection and devices for secondary testing of relay protection are distinguished. The devices for primary testing of relay protection can generate high currents and can measure the time interval between the moments of switch on current and switch off current. The paper gives a brief overview of the method of the time interval measurement calibration of the devices for the primary relay protection testing (hereinafter DUT) and the analysis of the contributions of components of the measurement uncertainty to the calibration results. During the calibration, the result of time interval measurement of the DUT is compared with the result of time interval measurement of the standard, in order to determine the error of time interval measurement.The uncertainty budget for the results of determining the DUT measurement error is calculated in accordance with EA-4 / 02M: 2013, which is mandatory for all accredited calibration laboratories. An example of the results of the calibration for one measurement point is given: the error of measurement and the expanded measurement uncertainty.

**Key words:** devices for primary testing of relay protection, time interval measurement, calibration, traceability, uncertainty of measurement, document EA-4/02M:2013.

**R-3.11**

## IZBOR KARAKTERISTIKE RADA REGULATORA NAPONA PRI OTEŽANIM USLOVIMA RADA I LOŠIM FAKTOROM SNAGE U MREŽI SREDNJEG NAPONA

Svetislav MILORADOVIĆ, Termoelektrana i kopovi Kostolac, Srbija
Tomislav RAJIĆ, Univerzitet u Beogradu-Elektrotehnički fakultet, Srbija

Praktična primena standarda SRPS EN ISO 50001:2012 - Sistem menadžmenta energijom, moguća je, ukoliko bi se koristila naprednija tehnička rešenja regulatora napona. Tada bi moglo da se ostvari održavanje napona napajanja konzuma u optimalnim

granicama. Na taj način smanjili bi se gubici snage u prenosu i na konzumu. U radu je opisan izbor najpovoljnije linearne karakteristike postojećegregulatora srednjeg napona za konkretan problem u transformatorskoj stanici „Rudnik 2“ 110/6,3kV/kV na Površinskom kopu „Drmno”. Napon je potrebno regulisati u granicama propisanih vrednosti na potrošaču (± 5%) za otežane uslove rada, a da se pri tome ne prekorače dozvoljene temperature namotaja motora. U radu nije analiziran uticaj distorzije napona i struje pri tim uslovima. Cilj je i da se regulacija napona obavlja sa što manjim brojem ciklusa i na taj način produži period između dva uzastopna servisa teretne sklopke.

Naveden je primer pravilnog održavanja napona energetskog transformatora sa postojećom opremom, kako bi motori za eksploataciju mineralnih sirovina mogli nesmetano da rade. Problemi regulacije napona u srednjenaponskim postrojenjima, koja napajaju velike privredne centre, razlikuju se od onih koji su u distributivnim transformatorskim stanicama. U distributivnim transformatorskim stanicama faktor snage je blizak jedinici, što nije slučaj za velike privredne centre. Kod starih pogona, kao što je na pomenutom konzumu, motori su dimenzionisani za teške uslove rada. Posledica toga je upotreba motora kod kojih je izabrana snaga skoro dva puta veća nego što je potrebno. Takvi uslovi rada dovode do lošeg stepena iskorišćenja i malog faktora snage. Mnogi autori se bave ovim problemom, ali ne uzimaju u obzir mali faktor snage, teške polaske mašina i nizak stepen iskorišćenja pogona.

**Ključne reči:** regulator napona, srednji napon, faktor snage, transformatorska stanica.

## SELECTION OF THE VOLTAGE REGULATOR'S CHARACTERISTIC IN DIFFICULT OPERATING CONDITIONS AND LOW POWER FACTOR IN THE NETWORK OF THE MEDIUM VOLTAGE

Practical application of the standard SRPS EN ISO 50001: 2012 - Energy Management System,is possible if more advanced technical solutions of the voltage regulator were used. In that case we could maintain the supply voltage of the consumer at optimal limits. This would reduce the transmission and consumption losses. This paper describes the selection of the optimal linear characteristic of the medium voltage regulator for a specific problem in the transformer station "Rudnik 2" 110/6,3kV/kV at the PK "Drmno" PD "Thermal Power Plants and Mines Kostolac". The voltage must be regulated within the limits of the prescribed values for the consumer (± 5%) for difficult operating conditions, without exceeding the allowed winding temperature of the motor. The effect of distortion of voltage and current under these conditions is not analyzed in this paper. The aim is also voltage regulation within the few cycles, thus the period between two consecutive freight coupling services is extended.

Further, an example is given of the proper maintenance of the voltage for energy transformer with the existing equipment, so that the motors for the exploitation of mineral raw materials can run smoothly. The problem of voltage regulation in the networks of medium voltage is specific in regard to the character of distribution consume. In distribution substations, the power factor is almost one, which is not the case for large commercial centers. In the case of old drives, such as the mentioned consume, the motors are dimensioned for severe operating conditions. Consequently, the use of motors with a selected power is almost twice as high as needed. Such operating conditions lead to poor utilization and a small power factor. Many authors wrote about this problem, but they did not take into account the small power factor, the heavy duty machine and the low efficiency of the motors.

**Keywords:** voltage regulator, medium voltage, power factor, substation.

**R-3.12**

## THERMAL SECURING OF ELECTRICAL CONTACTS INSIDE OIL POWER TRANSFORMERS

Ioan RUSU, Electrica, Romania

In the operation of power transformers of 110kV/MV from substations, these are traveled by faults current results from MV lines damage. Defect electrical contacts are worming when they are travelled from fault currents. In case of high temperatures to achieve over $135^0$C electro-insulating oil from the vicinity of electrical faults contacts self-ignition, liberate gases and is action gas relay. To avoid auto-flammability of electro-insulating oil, the author has designed a security system thermal of electrical contacts defects by pouring fire-resistant polyurethane foam, mastic or mortar fire inside a cardboard electro-insulating cylinder. From practical experience, in the exploitation of power transformers 110kV/MT in oil electro-insulatingwere recorded some passing disconnecting commanded by the gas protection at internal defects. In normal operation and in the optimal load, nominal currents do not require thermal secure contacts inside electrical transformers, contacts made at the fabrication according to the projects or to repair by solder. In the case of external short circuits close to the substation, the contacts inside electrical transformers, even if they are well made in sizes of Rcontact=$10^{-6}$ Ω, are subjected to short-circuit currents of the order of 10kA-20kA which lead to the dissipation of

some significant second-order electric powers 100W-400W on contact. At some internal or external factors who action on electrical contacts, including electrodynamic efforts at short-circuits, these factors could be degraded over time to values in the range of $10^{-4}$ Ω to $10^{-5}$ Ω and if the action time of protection is great, on the order of seconds, power dissipation on electrical contacts achieve high values of 1,0kW to 40,0kW. This power leads to strong local heating, hundreds of degrees Celsius and can initiate self-ignition and burning oil in the vicinity of electro-insulating contacts with action the gas relay. Degradation of electrical contacts inside power transformers may not be limited for the duration of their operation. In order to avoid oil burn with gas release near electrical contacts, at short-circuit currents 10kA-20kA, we have outlined the following solutions: covering electrical contacts in fireproof materials that would avoid direct burn oil at short circuit and transmission of heat from electrical contact along the conductors with heat dissipation gradually over time, in a large volume of cooling. Fireproof materials: polyurethane foam, mastic, cement. In the normal condition of operation of transformer, insulating of conductors coils is with paper and insulating oil. Ignition points of its two components respectively are approximated: 135°C heat for oil and $200^0$C for paper. In the case of a faulty electrical contact, about $10^{-3}$Ω, at short-circuit, temperature can reach for a short time, a value of $300^0$C - $400^0$C who ignition the paper insulation and also the oil. By burning oil, there are local gases that disconnect the power transformer. Securing thermal electrical contacts inside the transformer, in cardboard tube with polyurethane foams, mastik or cement, registered at Romanian Patent Office, OSIM, deposit f 2018 0005, ensure avoiding gas release and also gas relay working.

**Key words**: power transformer, oil insulatation, electric contacts, gases, gas relay.

**R-3.13**

## PRIMJENA METODA DIJAGNOSTIČKIH ISPITIVANJA IZOLACIONOG SISTEMA ENERGETSKIH TRANSFORMATORA ZA PREDIKCIJU POUZDANOSTI ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U EES

Edin TIRO, ELEKTROPRENOS BIH,
Saša ĐEKIĆ, ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina

Kvar na izolacionom sistemu energetskog transformatora nastaje kada pogonska naprezanja premaše podnosiva naprezanja materijala. Višegodišnjom eksploatacijom energetski transformatori stare, njegovi sastavni dijelovi gube svoja svojstva i isti postaju sve nesigurniji za rad. Loše stanje izolacionog sistema dovodi do kvara i do ispada energetskih transformatora sa napona i prekida u napajanju konzuma električnom energijom. Cilj predmetnog rada i pripadajućeg istraživanja jeste prikazati praktičnu primjenu različitih dijagnostičkih metoda za održavanju energetskih transformatora.

**Ključne reči:** Izolacioni sistem, energetski transformator, kvarovi.

## APPLICATION OF METHODS OF DIAGNOSTIC TESTS OF ISOLATION SYSTEM OF ENERGY TRANSFORMERS FOR PREDICTING THE RELIABILITY OF ENERGY TRANSFORMERS IN THE SYSTEM

The failure of the power transformer's isolation system occurs when the stresses exceed the underlying stresses of the material. With years of explatation, energy transformers are old, their constituents lose their properties and they become insecure to work. Poor state of the insulation system leads to failure and failure of power transformers from the voltage and interruption in power supply to the consumer. The aim of the subject work and related research is to demonstrate the practical application of various diagnostic methods for maintaining energy transformers.

**Keywords:** insulation system, power transformers, failures.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## SIGURNOSNI ASPEKTI PRISTUPA INFORMACIJAMA U BAZI PODATAKA O ODRŽAVANJU TRANSFORMATORSKIH STANICA 110kV I 35kV

Tamara CVJETIĆANIN, Svetlana MEĐO,
"EPS Distribucija" d.o.o Beograd, Srbija

U ovom radu razmatraju se sigurnosni aspekti pristupa informacijama sadržanih u bazi podataka za praćenje poslova na održavanju transformatorskih stanica 110kV i 35kV. Dat je osvrt na rizike pri razmeni podataka između različitih organizacionih celina kojima su ovi podaci potrebni pri radu. Baza podataka se koristi prevashodno na računarima u Službi za pripremu i nadzor održavanja i omogućava unos podataka u bazu, izradu izveštaja o radnom zadatku sa dnevnim poslovima, revizijama, remontima transformatorskih stanica, izradu zahteva za dobijanje dozvole za rad, izradu zahteva za remont uz saradnju sa Službom relejne zaštite, prijavu štete osiguranju na elektroenergetskim objektima. Cilj rada je da pokaže kako se zaštitom od neovlašćenog pristupa bazi podataka, odnosno sprečavanjem menjanja i brisanja podataka usled greške ili zlonamernog upada, postiže zaštita transformatorskih stanica i same elektrodistributivne mreže. Razmatra se nivo poverljivosti informacija u bazi podataka i vrednost koju one imaju za rad Službe za pripremu i nadzor održavanja, kao i celog preduzeća. Rad razmatra vrednost baze podataka kao vrstu informacione imovine koju je potrebno zaštititi kao takvu, kao i pri eventualnoj izradi nove aplikacije sa sličnom funkcionalnošću,a koja bi koristila ovu bazu podataka. Takođe je dat osvrt na rizike, njihovu procenu i moguće štete koje bi nastale usled korišćenja netačnih podataka pri obavljanju poslova održavanja transformatorskih stanica 110kV i 35kV.

**Ključne reči:** pristup, baza podataka, informaciona imovina, rizik, transformator.

## ACCESS TO THE DATA BASE CONTAINING INFORMATION ABOUT MAINTENANCE OF 110kV AND 35kV TRANSFORMERS AND SECURITY ASPECTS

This research paper considers security aspects of access to the data base which contains information about monitoring of maintenance activities for 110kV and 35kV transformers. The resarch paper also brings into view the risks of data exchange between different departments whose work requires those data. The data base is mainly used within the Department for preparation and maintenance monitoring, it allows user to input data, create reports about work tasks with daily activities, revisions, transformer reparations, create request for work permission, create request for reparation in collaboration with the Department for relay protection, submit the damage entry form when it comes to insurance of objects within electric power distribution system. The goal of this research paper is to point out that protecting the data base from unauthorised access and preventing unauthorised change of data and deleting, by mistake or as a result of malicious breach, leads to the protection of transformers and the entire distribution system. The confidentiality level of information within the data base is considered, also the value which they have for the Department for preparation and maintenance monitoring and the entire company. The research paper considers this data base as a sort of information asset which needs to be protected, as is, or during the process of creation of a new application with similar features, which uses information from this data base. The paper also brings into view the risks, their evaluation and possible damages that could take place as a result of using incorrect data during maintenance acitivities for 110kv and 35kV transformers.

**Key words:** access, data base, information asset, risk, transformer.

**R-3.15**

## NOVO REŠENJE ZA KONTINUALNO PRAĆENJE PARAMETARA SVAKE POJEDINAČNE ĆELIJE STACIONARNIH AKU BATERIJA

Ivan TODOROVIĆ, Siniša DURUTOVIĆ, NT SOFT, Srbija

Efikasan rad energetske opreme, njena raspoloživost kao i zaštita, bazira se na pouzdnosti i projektovanom kapacitetu stacionarnih aku baterija. Sa druge strane pouzdanost celog baterijskog sistema jednaka je pouzdanosti najlošije ćelije u baterijskom nizu.

Da bi energetska oprema ostvarilia svoju funkciju i da bi bila zaštićena od kvarova ili havarija čije se posledice mere milionima, neophodan ja kontinualni uvid u stanje svake pojedinačne ćelije kao i alamiranje korisnika u realnom vremenu za svaku definisanu situaciju.

U radu su opisane karakteristike novog rešenja za kontinualni nadzor parametara baterjskog sistema u celini kao i svake pojedinačne ćelije.

**Ključne reči**: kontinualni monitoring svake ćelije baterijskog sistema.

## NEW SOLUTION FOR CONTINUOUS MONITORING OF PARAMETERS OF ANY INDIVIDUAL CELLS OF STATIONARY ACU BATTERIES

Efficient operation of energy equipment, its availability and protection, is based on the reliability and projected capacity of stationary battery chargers. On the other hand, the reliability of the entire battery system is equal to the reliability of the worst cell in the battery pack.

In order for the energy equipment to fulfill its function and to be protected from failures or failures, the consequences of which are measured by millions, it is necessary to continuously inspect the status of each individual cell as well as alarms the users in real time for each defined situation.

The paper describes the characteristics of the new solution for the continuous monitoring of the parameters of the battery system as a whole and of each individual cell.

**R-3.16**

## DEKONTAMINACIJA PCB KONTAMINIRANIH ENERGETSKIH TRANSFORMATORA U JP EPS I PD ELEKTROVOJVODINA - REZULTATI PRIMENE DOMAĆE PATENTIRANE TEHNOLOGIJE DEHLORINACIJE ULJA RAZVIJENE U INSTITUTU „NIKOLA TESLA“

Jelena JANKOVIĆ, Draginja MIHAJLOVIĆ, Neda KOVAČEVIĆ, Valentina VASOVIĆ, Jelena LUKIĆ,
Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“, Srbija

Zakonska regulativa definiše rok za zbrinjavanje PCB opreme i uklanjanje PCB-a iz kontaminirane opreme do 2025. godine. Transformatori koji sadrže PCB i imaju kvar ili cure predstavljaju najveći rizik za životnu sredinu, zbog moguće havarije i ekološkog akcidenta. U radu su prikazani rezultati domaće tehnologije dekontaminacije ulja, primenom procesa dehlorinacije ulja u mobilnom postrojenju Instituta „Nikola Tesla“, prema patentom zaštićenoj tehnologiji, koja ispunjava sve kriterijume najbolje raspoložive tehnologije, eng. „BAT – Best Available Technology“ i najbolje ekološke prakse, eng. „BEP - best environmental practice“. Tokom 2 godine rada mobilnog postrojenja, obrađeno je oko 1600 t PCB kontaminirane opreme, od toga preko 400 t PCB kontaminiranog ulja, različitog stepena ostarelosti i sadržaja PCB. U PD Elektrovojvodina, uspešno je izvršena dekontaminacija 225 energetskih transformatora naponskog nivoa 20/0,4kV, dok je u JP EPS dekontaminirano 85 energetskih transformatora različitih naponskih

nivoa i snaga. U radu su prikazani rezultati sadržaja PCB u ulju dekontaminiranih transformatora u vlasništvu PD Elektrovojvodina i JP EPS tri meseca nakon izvršene dekontaminacije. Obzirom da se, primenjenim procesom dehlorinacije, pored hemijske razgradnje PCB-a, vrši hemijska regeneracija i poboljšanje izolacionih karakteristika ulja, u radu je dat i uporedni prikaz rezultata karakteristika ulja u JP EPS,pre i nakon PCB dekontaminacije. Prikazani rezultati ukazuju na visoku efikasnost primenjenog procesa, čime se postiže smanjenje rizika eksploatacije i produženje životnog veka transformatora, a time i smanjenje količine generisanog otpada i očuvanje životne sredine.

**Ključne reči**: PCB, energetski transformator, mineralno izolaciono ulje, dehlorinacija, dekontaminacija.

**DECONTAMINATION OF PCB CONTAMINATED ENERGY TRANSFORMERS IN PE EPS AND PD ELEKTROVOJVODINA – RESULTS OF THE USE OF DOMESTIC PATENTED TECHNOLOGY OF OIL DECHLORINATION DEVELOPED WITHIN NIKOLA TESLA INSTITUTE**

Final disposal of PCB equipment and the removal of PCBs from contaminated equipment are defined by legislation and is foreseen for 2025. Exploatation of PCB contaminated power transformers are related to greatest risk to the enviroment due to possible environmental accidents as consequences of oil leakage and faults and failures of transformers. This paper provides the results of the on-site transformer PCB decontamination using Institute Nikola Tesla patented technology of oil dechlorination process. This technology fullfils criteria of the best available technology - BAT and best ecological practices - BEP, as shown in this paper. Approximately 1600 t of equipment (400 t of PCB contaminated oil) was decontaminated during two years of working of the mobile plant. Varieties of different oils were treated, with different levels of PCB and ageing degree. In the PD Elektrovojvodina, decontamination of 225 power transformers of 20/0.4kV voltage was successfully performed, while 85 power transformers, with different voltage levels and power, have been successfully decontaminated in JP EPS. High efficiency of PCB decontamination process was shown by the results of PCB content in oil three months after decontamination. Dechlorination process was found to be highly efficient in chemical regeneration and improvement of the insulating properties of the oil, as can be shown by the comparative overview of the results of the oil characteristics before and after PCB decontamination. Applied process reduces the risk of exploatation, extends the life of transformers, reduces the amount of generated waste and preserves the environment.

**Key words**: PCB, power transformer, mineral insulating oil, dechlorination, decontamination.

**R-3.17**

**DIGITALNI SISTEMI RADIO VEZA U FUNKCIJI SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA SREDNJENAPONSKOM DISTRIBUTIVNOM MREŽOM**

Đorđe VLADISAVLJEVIĆ, Slavko DUBAČKIĆ, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Bratislava RADMILOVIĆ,
ODS „EPS Distribucija“, Novi Sad, Srbija

Sistemi za distribuciju električne energije pokazuju sve veću potrebu za proširenjem, unapređenjem, integracijom i centralizacijom postojećih sistema za automatizaciju distribucije - sistema daljinskog nadzora i upravljanja visokonaponskom i srednjenaponskom distributivnom mrežom u realnom vremenu, sistema upravljanja distribucijom i sistema za daljinsko očitavanje potrošnje. Pored toga, javlja se težnja za uvođenjem novih sistema - napredne infrastruktura za daljinsko očitavanje potrošnje, sistema za upravljanje podacima o očitanoj potrošnji, pametnih mreža, video nadzora i kontrole pristupa. Ovakvi trendovi zahtevaju telekomunikacione prenosne puteve koji će omogućiti traženi rast.U datim okolnostima povećani su zahtevi za pouzdanim komunikacijama i za novim servisima koji omogućavaju korišćenje veoma zahtevnih aplikacija za rad u realnom vremenu. Ovakav trend razvoja uslovio je potrebu za uspostavljanjem novog digitalnog sistema radio veza.U radu se prezentuju iskustva autora u razvoju digitalnih sistema radio veza kao kompanijske telekomunikacione infrastrukture. Pomenuta infrastruktura izgrađena je u prethodnih nekoliko godina sa ciljem da obezbedi nesmetano i istovremeno funkcionisanje upravljačkih, komunikacionih, poslovnih i drugih servisa u sistemu.

**Ključne reči:** digitalni sistem radio veza, sistem daljinskog upravljanja.

**DIGITAL RADIO SYSTEMS AS A PART OF THE MEDIUM VOLTAGE SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION SYSTEM**

The needs of power distribution systems for expanding, improvement, integration and centralization of existing systems for automation - HV SCADA, MV SCADA, DMS, AMR and the implementation of new systems - AMI/MDM, smart grids, video surveillance, access control and other, require telecommunications links that will enable this growth. Increased requirements for reliable communications in all circumstances and for new services that include the use of very demanding real-time applications, created needs to establish a new digital radio communication system. This paper presents the authors' experiences in developing digital radio system, as company's ICT infrastructure, which was built in last few years to order to ensure the smoothly and simultaneously functioning of control, communication, business, management and other services in the system.

**Key words:** digital radio system, telecontrol system.

**R-3.18**

**PRIMENA KOMUNIKACIONIH SISTEMA ZA POTREBE UPRAVLJANJA DEES NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU BEOGRADA**

Sanja JOVANOVIĆ, Predrag ŠEJAT, Dragi RALIĆ,
EPS Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

EPS Distribucija d.o.o. Beograd je preduzeće za distribuciju električne energije koje predstavlja složen tehničko-tehnološki i poslovni sistem u okviru JP "Elektroprivreda Srbije". Funkcija elektrodistributivnih (ED) preduzeća je da električnu energiju, preuzetu od operatora prenosnog sistema, distribuiraju do potrošača pri čemu su od jednakog značaja kontinuitet isporuke i kvalitet isporučene energije u skladu sa odgovarajućim tehničkim normativima.

Osnovnu infrastrukturu preduzeća čini mreža podzemnih i nadzemnih kablova i veliki broj trafo stanica (TS) svih naponskih nivoa, neophodnih da električnu energiju preuzetu na visokom naponu (pogodnom za transport na velike udaljenosti) transformiše u električnu energiju nižih naponskih nivoa, pogodnu za korišćenje u industriji i domaćinstvima.

U trafo stanicama, koje čine srž distributivnog elektroenergetskog sistema se svakodnevno moraju izvoditi neophodne manipulacije, merenja i kontrole i kao takve moraju biti neprestano monitorisane. Razvojem telekomunikacija, postepeno se, tokom 40 godina, uvodi sistem daljinskog upravljanja trafostanicama, što znači da se primenom savremenih računarskih tehnika i sistema prenosa signala na daljinu, odnosno uvođenja koncepta inteligentih mreža, omogućava da se trafostanice kontrolišu daljinski iz centra upravljanja tako da je moguće prikupiti informacije o statusima i izvršiti komande/manipulacije bez potrebe za 24-časovnim prisustvom dispečerske/monterske ekipe u svakom visoko naponskom postrojenju.

Pored praktičnih, postoje i strateški razlozi daljeg razvoja inteligentnih mreža u JP EPS, odnosno EPS Distribuciju d.o.o. Beograd, vezani za ispunjenje sledećih globalnih ciljeva:

- ispunjavanje 20/20/20 ciljeva u EU do 2020.,
- obezbeđivanje što veće energetske nezavisnosti,
- unapređenje pouzdanosti napajanja,
- primenu novih tehnologija.

Bez implementacije savremenih (naprednih) tehnologija i rešenja, postojeća distributivna mreža neće biti u stanju da efikasno odgovori na navedene izazove, odnosno neće biti u mogućnosti da obezbedi efikasnu distribuciju električne energije. Takođe, od implementacije naprednih tehnologija korist će imati svi zainteresovani učesnici (društvo u celini, proizvođači energije, kupci, trgovci, distributivne kompanije, operatori prenosnog i distributivnog sistema, itd).

Za postojanje inteligentne mreže EPS Distribucije d.o.o. Beograd, neophodan je razvijen sistem telekomunikacija, odnosno telekomunikacionih sistema prenosa.

Predmet ovog rada su telekomunikacioni sistemi, aktivni i pasivni, koji se koriste za potrebe upravljanja DEES na distributivnom području Beograda.

**Ključne reči:** telekomunikacije, telekomunikacioni sistemi, inteligentne mreže, električna energija.

## APPLICATION OF COMMUNICATION SYSTEMS FOR THE NEEDS OF MANAGING THE PDN IN THE DISTRIBUTION AREA OF BELGRADE

EPS Distribution d.o.o. Belgrade is a power distribution company that represents a complex technical-technological and business system within the JP Elektroprivreda Srbije. The function of the electricity distribution companies (ED) is to distribute electricity received from the transmission system operator to the consumer, with the continuity of delivery and the quality of delivered energy of equal importance in line with the relevant technical norms.

The basic infrastructure of the company is the network of underground and overhead cables and a large number of transformer stations (TS) of all voltage levels, necessary to transform the electricity taken over at high voltage (suitable for long-distance transport) into the electricity of lower voltage levels, suitable for use in industry and households.

In the transfomer substations, which form the core of the distribution power system, the necessary manipulations, measurements and controls must be performed on a daily basis and, as such, they must be constantly monitored.

By the development of telecommunications, gradually, over the past 40 years, the system of remote control of substations has been introduced, which means that by using modern computer techniques and signal transmission systems, the concept of intelligent networks enables the substations to be controlled from the control center. Information can be collected and all commands / manipulations done remotely, without the need for a 24-hour presence of the dispatch / assembly team in each high-voltage facility.

In addition to practical, there are strategic reasons for the further development of the concept of intelligent networks in PE EPS, or EPS Distribution d.o.o. Belgrade, related to the fulfillment of the following global goals:

- fulfill 20/20/20 targets in the EU by 2020,
- ensuring as much energy independence as possible,
- improving the reliability of power,
- application of new technologies.

Without the implementation of modern (advanced) technologies and solutions, the existing distribution network will not be able to respond effectively to these challenges, or will not be able to provide efficient distribution of electricity. Also, from the implementation of advanced technologies, all interested parties will be benefited (society as a whole, energy producers, customers, traders, distribution companies, transmission and distribution system operators, etc.).

For the existence of an intelligent network of EPS Distribution Belgrade, a system of telecommunications, that is, telecommunication transmission systems is needed.

The subject of this paper is telecommunication systems, active and passive, which are used for the management of DEES in the distribution area of Belgrade.

**Key words:** Telecommunications, Telecommunication systems, Intelligent networks, Electrical Energy.

**R-3.19**

## КОМУНИКАЦИОНА ИНФРАСТРУКТУРА - ИСКУСТВА ИЗ РАДАУ ДЦ 110/35kV
## KOMUNIKACIONA INFRASTRUKTURA - ISKUSTVA IZ RADA U DC 110/35kV

Марко ЈОВАНОВ, Зоран ЈОВАНОВИЋ
ОДС ЕПС Дистрибуција д.о.о. Београд, Србија

У уводном делу приказан је кратак опис поступака и програмских алата уоперативном раду ДЦ 110/35kV. Представљена је постојећа комуникациона инфраструктура која се користи у оперативном раду.

У даљем тексту описана је међусобна зависност управљања и комуникационе инфраструктуре у оперативном раду.

Као закључак наведене су уочене потребе за проширењем комуникационе инфраструктуре, отклањањем недостатака у процесу управљања и комуникације, као и увођењем нових технологија у циљу унапређења процеса комуникације.

**Кључне речи:** оперативни рад - комуникациона инфраструктура – недостатци – унапређење.

## COMMUNICATION INFRASTRUCTURE – ESPERIANCE IN WORK IN DC 110/35kV

Marko JOVANOV, Zoran JOVANOVIĆ, ODS EPS Distribucija d.o.o. Beograd

In the introduction a short description of procedures, software and communication infrastructure used in operational work in DC 110 / 35kV is presented.

Further on the authors present the mutual interdependence betweenoperational work and communication infrastructure.

As a conclusion authors present the needs of expending the communication infrastructure, eliminating the bad procedures and ways of communication, introducing new technologies of communication, all in the cause of upgrading the communication.

**Key words:** operational work - communication infrastructure – upgrading the communication.

**R-3.20**

## PRIMER PRIVREMENOG REŠENJA TELEKOMUNIKACIONOG PUTA ZA UPRAVLJANJE TS 110/35/10kV/kV/kV "ILIĆEVO" NAKON REKONSTRUKCIJE

Ivan SAVČIĆ, Slađana BIOČANIN, Goran SAVIĆ, Biljana JANKOVIĆ,
EPS Distribucija, Distributivno područje Kragujevac, Kragujevac, Srbija

U ovom radu dat je primer praktičnog rešenja problema koji su pojavili u procesu rekonstrukcije TS 110/35/10kV/kV/kV "Ilićevo". Kompletna rekonstrukcija viskonaponskih transformatorskih stanica (zamena primarne i sekundarne opreme) u svim fazama planiranja, projektovanja i realizacije podrazumeva stručne izazove i traži inženjerska rešenja koja dovode do uspešnog cilja da postrojenje potpuno funkcioniše u svim segmentima nakon modernizacije. U ovom slučaju nije postojalo rešenje za prenos informacija između novog staničnog računara i SCADE u nadležnom dispečerskom centru na celoj dužini. Uspostavljeni privremeni telekomunikacioni put za upravljanje TS 110/35/10kV/kV/kV "Ilićevo" uspešno je funkcionisao 4 godine do uspostavljanja trajnog rešenja. Takođe u radu je dat pregled stanja optičke telekomunuikacione mreže u Ogranku Elektrodistribucija Kragujevac u trenutku pre rekonstrukcije, u sadašnjem trenutku, a isto tako dat je osvrt na plan razvoja telekomunikacione infrastrukture u narednom periodu.

**Ključne reči:** rekonstrukcija, telekomunikaciona mreža, radio modem, media konvertor, optički kabl.

## EXAMPLE OF THE TEMPORARY SOLUTION OF THE TELECOMMUNICATION ROUTE FOR MANAGEMENT WITH TS 110/35/10 kV/kV/kV "ILIĆEVO" AFTER RECONSTRUCTION

This paper presents an example of a practical solution to the problems that appear in the reconstruction process of TS 110/35/10kV/kV/kV "Ilićevo". Complete reconstruction of high voltage transformer stations (replacement of primary and secondary equipment) in all stages of planning, design and realization involve professional challenges and engineering solutions which lead to a successful modernization of a fully functional facility across all segments. In this case, there was no solution for the transmission of information between the new SCADA in a transformer station and the SCADA at the competent dispatch center across full length of the network. A temporary telecommunication management path for TS 110/35/10kV/kV/kV "Ilićevo" worked successfully for 4 years until a permanent solution was established. The paper also provides an overview of the state of the optical telecommunication network of Elektrodistribucija Kragujevac Branch prior to the reconstruction, at present time, as well as a review of the plan for the development of telecommunication infrastructure for the upcoming period.

**Key words**: reconstruction, telecommunication network, radio modem, media converter, optical cable.

**Stručna komisija 4*:***

## DISTRIBUIRANA PROIZVODNJA I EFIKASNO KORIŠĆENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE
## DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF POWER

Predsednik komisije: dr Željko POPOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Srbija

U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 15 radova, od čega 7 kao referati i 8 kao informacije. Radi efikasnijeg rada na sesijama izvršeno je grupisanje radova u tri teme, objedinjavanjem preferencijalnih tema broj 3 i broj 4 iz poziva za pisanje referata:

1. Integracija, upravljanje i uloga distribuiranih izvora električne energije u distributivnim mrežama
Stručni izvestilac je dr Predrag VIDOVIĆ i, Fakultat tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija. U ovoj temi prihvaćeno je 9 radova, od toga 5 kao referati i 4 kao informacija.

2. Efikasno korišćenje električne energije
Stručni izvestilac je Saša MARČETA, ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Srbija. U ovoj temi prihvaćeno je 4 rada, od toga 1 kao referat i 3 kao informacija.

3. Upravljanje opterećenjem i Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima
Stručni izvestioci su BORIS HOLIK i STANKO KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija. U ovoj temi prihvaćeno je 2, od toga 1 kao referat i 1 kao informacija.

### Preferencijalna tema 1:

### Integracija, upravljanje i uloga distribuiranih izvora električne energije u distributivnim mrežama
### Integration, management and role of distributed power sources in distribution networks

Stručni izvestilac: dr Predrag VIDOVIĆ, Fakultat tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

**I-4.01** **NAČIN RADA SINHRONOG GENERATORA U MALIM HIDROELEKTRANAMA U PODPOBUĐENOM REŽIMU - PREDNOSTI I PROBLEMI**

Autori: Radovan LEKIĆ - ODS „EPS Distribucija“ DP Kraljevo, mr Vladimir OSTRAĆANIN – JP EPS, TC Kraljevo, dr Radomir TODOROVIĆ – JP EPS Beograd, Nikola M. PAVLOVIĆ – JP EPS, TC Kraljevo

Pitanja za diskusiju:

1. Da li navedeni karatkteristični režimi, koje je potrebno posmatrati u procesu planiranja rada i razvoja distributivnog sistema, mogu da se koriste i za sve ostale kombinacije različitih tipova DG-a (npr. PV i vetro generatori, i sl.)?
2. Da li postoji podatak o tome koliko vremena, na godišnjem nivou, MHE iz navedenog realnog primera, ili neke slične MHE priključene na DEES, rade u podpobuđenom režimu? Odnosno, koliko vremena (npr. na godišnjem nivou) i za koji iznos bi trebalo smanjiti generisanje aktivne snage da generatori ne bi radili u podpobuđenom režimu?

**I-4.02** **ANALIZA RADA DELA DEES SA KOGENERACIONOM GASNOM ELEKTRANOM**

Autori: Milica POROBIĆ, Dragan CVETINOV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Siniša SPREMIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad, Jovan ČARNIĆ, Saša MANDIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad

Pitanja za diskusiju:

1. O čemu je još, pored amplitude napona na 20 (10)kV sabirnicama potrebno voditi računa kod paralelovanja 110/20 (10) transformatora kroz distributivnu (20 (10)kV) mrežu?
2. Da li je navedenom promenom vremena reagovanja zemljospojne zaštite na izvodu Toplana Zapad onemogućeno pojavljivanje sličnih problema u budućnosti pri sličnim uklopnim stanjima?
3. Koje probleme izmenjeni tokovi snage (iz distributivne u prenosnu mrežu) stvaraju u radu distributivne mreže?

**R-4.03** **ANALIZA TRANZIJENTNE STABILNOSTI MALE HIDROELEKTRANE SA ASINHRONIM GENERATOROM U PRIKLJUČNOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**

Autori: Milica TANASKOVIĆ, Elektroistok Inženjering, Beograd,
Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoje jasno definisani zahtevi u domaćim i stranim propisima u pogledu ispunjenja uslova tranzijentne stabilnosti u aktivnim distributivnim mrežama? Ako ne postoje, ili nisu dovoljno precizni, kako bi ih trebalo dopuniti?
2. Sprovedene analize izvršene su za jednu pretpostavljenu (realnu) distributivnu mrežu. Da li se iz sprovedenih analiza mogu izvesti neki generalni zaključci/preporuke, ili je jedina preporuka da se za svaku drugu konfiguraciju aktivne distributivne mreže moraju sprovesti detalje analize? Ako je tako, da li se mogu dati preporuke za kvarove koje treba analizirati, odnosno koji kvarovi su kritični.
3. Kakvi su zahtevi za kritično vreme čišćenja kvara i maksimalan povratni napon posle kvara i da li ih mreža ispunjava?
4. Imajući u vidu prethodno, kakvi se zahtevi postavljaju pred relejnu zaštitu i da li ih ona ispunjava?

**R-4.04 IZBOR OPTIMALNE LOKACIJE I VELIČINE VETROGENERATORA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI UZ UVAŽAVANJE NEIZVESNOSTI**

Autori: Đorđe LAZOVIĆ, Andrej TASIĆ, Predrag STEFANOV, Darko ŠOŠIĆ
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koja je matematička formulacija ciljne funkcije koja se koristi u optimizacionom problemu?
2. S obzirom na postojanje neizvesnosti po pitanju budućih opterećenja i proizvodnje, da li rešenje dobijeno primenom ovog pristupa garantuje i na koji način, da je to rešenje najbolje optimalno bez obzira na budućnost koja može da se desi, odnosno bez obzira koja kombinacija potrošnje i proizvodnje će se pojaviti u budućnosti?

**I-4.05 PROGNOZA PROIZVODNJE I PROJEKTOVANJE FOTONAPONSKIH ELEKTRANA MANJE SNAGE**

Autor: Stevan BOŽIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Ogranak Niš, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Posle kog vremena se investicije uložene u izgradnju fotonaponskih elektrana malih snaga vrate?
2. Da li alati koji su korisćeni za procenu proizvodnje uvažavaju neizvesnost po pitanju vremenskih/klimatskih promena koje se mogu desiti u životnom veku solarne elektarne i ako ne na koji način bi se to moglo uvažiti?

**R-4.06 PRORACUN UCESTVA DISPERZIRANE PROIZVODNJE U BILANCU SNAGE I ENERGIJE U ELEKTRIENERGETSKOM SISTEMU**

Autori: Metodija ATANASOVSKI, Blagoja ARAPINOSKI, Mitko KOSTOV,
Faculty of Technical Sciences-Bitola, Republika Makedonija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su uključeni i kućni solarni paneli u proračun?
2. Koliko su procentualno DG zastupljeni u vašoj zemlji?

**R-4.07 ANALIZA RADA FOTONAPONSKE ELEKTRANE „EMY“ 30kWP PRIKLJUČENE NA ELEKTROENERGETSKU DISTRIBUTIVNU NISKONAPONSKU MREŽU NA PODRUČJU OPŠTINE ŽEPČE-BIH**

Autori: Sakib JUSIĆ, Emir HRNJIĆ,
JP “Elektroprivreda BiH” d.d. Sarajevo – Podružnica “Elektrodistribucija” Zenica, Bosna i Hercegovina

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko godina je potrebno da se investicija otplati?
2. Šta se koristi od relejne zaštite u elektrani?

**I-4.08 NOVI ASPEKTI SMANJENJA CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE DOBIJENE IZ KOMBINACIJE OBNOVLJIVIH IZVORA I BATERIJA ZA NJENO SKLADIŠTENJE KAO I NJIHOV UTICAJ NA FUNKCIONISANJE ENERGETSKE INFRASTRUKTURE**

Autori: Branislav TEPAVČEVIĆ, Samir SALMAN, Haris SALMAN, Saša ĐEKIĆ, Bosna i Hercegovina

Pitanja za diskusiju:

1. U uslovima trenutno važeće politike podrške solarnim elektranama u zemljama u regionu, da li se može napraviti procena o vremenu povratka investicije za jednu mini solarnu elektranu od 4kW?
2. U kojoj meri bi bilo potrebno da se poveća učešće električnih automobila u zemljama u regionu, da bi se električni automobili za vreme dok su priključeni na mrežu mogli koristiti kao svojevrsno skladište viška električne energije?
3. Koji zakonski propisi su prepreka da se poveća implementacija obnovljivih izvora energije?

**R-4.09** **KONCEPT IDEJNOG PROJEKTA MIKROMREŽE SA DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA NOVI SAD**

Autori: Nemanja SAVIĆ, Vladimir KATIĆ, Boris DUMNIĆ, Dragan MILIĆEVIĆ, Zoltan ČORBA
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Tehno-ekonomska analiza prikazana u radu se odnosi samo na proizvodnju el.enrgije iz obnovljivih izvora u razmatranoj mikro-mreži. Da li postoje iskustva i podaci o efektivnosti mikromreže kada u okviru nje postoji i različiti potrošači električne energije?
2. Kolika je zastupljenost mikromreža u ditributivnim mrežama u svetu?

**Preferencijalna tema 2:**

**Efikasno korišćenje elektične enegije**

Stručni izvestilac: Saša MARČETA, ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Srbija

**R-4.10** **OPTIMALNA STRUKTURA INTERNE KABLOVSKE MREŽE VETROELEKTRANE**

Autori: Ana ĐORĐEVIĆ, Dejan MILOŠEVIĆ, Global Substation Solutions,
Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Da li pri navedenim proračunima vršena analiza osetljivosti kroz koju bi se video uticaj promene (nepoznavanja) ulaznih parametara (specificne termičke otpornosti tla, temperature referentne zemlje, difuznosti zemljišta) na konačni rezulatat i ako jeste kakvi su rezultati?
2. U proračunima je uvažena varijabilnost proizvodnje vetro elektrana usled varijabilnosti brzine vetra, međutim u vremenskom horizontu od 20 i više godina je, zbog nepredvidivih klimatskih promena, potrebno voditi računa i o neizvesnosti budućih brzina vetra, odnosno njegove prosečne brzine i funkcije gustine raspodele. Da li su autori razmatrali ovaj tip neizvesnosti i ako jesu kakav je uticaj ovog tipa neizvesnosti na rezultate?

**I-4.11** **OČEKIVANE UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE NAKON REKONSTRUKCIJE JAVNE RASVJETE OPŠTINE TRAVNIK**

Autori: Nevsad SKULJ, Saša ĐEKIĆ, IU Travnik, Bosna i Hercegovina

Pitanja za diskusiju:

1. Kolika je okvirna razlika u ceni (procentualno) između LED rasvete i natrijumske rasvete niskog pritiska?
2. Ako bi se uradila kompletna rekonstrukcija javne rasvete na datom primeru, može li se dati procena učešća troškova eksploatacije i održavanja takve javne rasvete u budžetu opštine?

**I-4.12** **PROBLEMI NAPAJANJA SOPSTVENE POTROŠNJE TS X/110kV IZ DISTRIBUTIVNE MREŽE**

Autori: Vesna ŠNAJDEROV, Dragan KARANOVIĆ, Branko GRUJIČIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije“, Beograd
Dušan VUKOTIĆ, „EPS Distribucija“ Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je za očekivati da će proces pristupanja Republike Srbije EU inicirati aktivnije uključivanje regulatora u ovu problematiku?
2. Da li je moguće dati okvirnu procenu sredstava koja je potrebno uložiti da bi se stanje na terenu dovelo do zakonski zahtevanog nivoa?

**I-4.13** **SISTEM ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Autor: Vladimir KULPINSKI, Tehnički centar Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je moguće dati procenu potrebnih sredstava i vremena za opremanje jednog postojećeg NN trafo-reona sa vazdušnim vodovima?
2. Posle opremanja jednog takvog tipičnog trafo-reona, koliko vremena je potrebno za prikupljanje i analizu podataka da bi se mogli pouzdano identifikovati netehnički gubici?

**Preferencijalna tema 3:**

**Upravljanje opterećenjem**

Stručni izvestioci: Stanko KNEŽEVIĆ, Schneider Electric DMS NS, Novi Sad, Srbija i
Boris HOLIK, ODS EPS Distribucija, Novi Sad, Srbija

**R-4.14** **RAZVOJ ALGORITMA ZA NAPREDNO UPRAVLJANJE POTROSNJOM U DISTRIBUTIVNOJ MREZI**

Autori: Jelena PONOĆKO, Jovica V. MILANOVIĆ, The University of Manchester, United Kingdom

Pitanja za diskusiju:

1. U svetlu važećih propisa za priključenje distributivnih generatora definisanih kroz Pravila o radu distributivnog sistema (*Grid codes*), kolika je verovatnoća da se pojave problemi naponske stabilnosti na distributivnim fiderima?
2. Koliko često bi se koristila akcija DR programa da bi se ispunili ciljevi predloženi u radu?

**Preferencijalna tema 4:**

**Pametna brojila i sistemi za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima**

**I-4.15 ODS „EPS DISTRIBUCIJA" U SKLADU SA MODERNIZACIJOM ZAKONSKE METROLOGIJE U SRBIJI**

Autori: Tatjana CINCAR – VUJOVIĆ, Vladimir MILENOVIĆ, ODS „EPS Distribucija" Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Kada se može očekivati puna primena ocenjivanja usaglašenosti po modulima B+D, odnosno po modulu H1?
2. Imajući u vidu da se broj naprednih, tzv, „Smart" brojila u upotrebi u EPS Distribuciji svakodnevno povećava, na koji način je u svetlu važećih zakonskih propisa moguće raditi ažuriranje dela softvera brojila koji nije presudan za metrološke karakteristike brojila, a da se nakon ažuriranja ne zahteva ponovna overa brojila?
3. Ako to trenutno, u svetlu važećih zakonskih propisa, nije moguće, kakve promene u važećim zakonskim propisima bi EPS Distribucija mogla da inicira kako bi se softver na „Smart" brojilima, koji nije presudan za metrološke karakteristike brojila, mogao daljinski ažurirati, bez potrebe za naknadnom overom brojila?
4. Da li bi se na brojilima električne energije instaliranim na terenu, a koja su pozitivnim ishodom statističkog uzorkovanja označena kao kandidati za produženje roka važenja žiga, vršila promena samog žiga ili bi se na neki drugi način označavalo da je produženo važenje originalnog žiga?
5. Da li je ova metoda primenjiva u svetlu trenutno važećih zakonskih propisa? Ako nije, kakve promene u važećim zakonskim propisima bi EPS Distribucija mogla da inicira kako bi se ova metoda mogla koristiti u Republici Srbiji?

**Session 4:**

**DISTRIBUTED PRODUCTION AND EFFICIENT USE OF POWER**

Chairman: Željko POPOVIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

**Preferential subject 1:**

**Integration, management and role of distributed power sources in distribution networks**

**I-4.01 METHOD OF OPERATION OF SYNCHRONOUS GENERATOR IN SMALL HYDRO POWER PLANTS IN UNDER EXCITED REGIME – ADVANTAGES AND ISSUES**

Authors: Radovan LEKIĆ – DSO EPS Distribution DP Kraljevo, Vladimir OSTRAĆANIN. M.Sc. – PE EPS, TC Kraljevo, Radomir TODOROVIĆ, PhD – PE EPS Belgrade, Nikola M. PAVLOVIĆ – PE EPS, TC Kraljevo

Questions for discussion:

1. Can the aforementioned characteristical regimes, which should be considered in the planning process of distribution system operation and development also be used for all other combinations of different types of DG (e.g. PV and wind generators, and similar)?
2. Is there any information concerning the overall time on the annual level, during which SHPPs from the given real example, or any similar SHPPs connected to the Distribution Electric Power System operate in the under excited regime? Namely, how much time (e.g. on the annual level) and in what amount should active power generation be reduced in order that the generators would not operate in a under excited regime?

**I-4.02 ANALYSIS OF THE FUNCTIONING OF A PART OF DISTRIBUTION ELECTRIC POWER SYSTEM WITH COGENERATION GAS-FIRED POWER PLANT**

Authors: Milica POROBIĆ, Dragan CVETINOV, DSO EPS Distribution, LLC, Belgrade, ED Novi Sad Subsidiary, Novi Sad, Siniša SPREMIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia, Technical Centre Novi Sad, Jovan ČARNIĆ, Saša MANDIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, ED Novi Sad Subsidiary, Novi Sad

Questions for discussion:

1. In addition to voltage amplitudes at 20 (10)kV busbars, what should also be taken into account in paralleling the 110/20 (10) transformer through the (20 (10)kV) distribution network?
2. Has the above change in the time of grounding protection reaction at the derivative of District Heating Station Zapad prevented the occurrence of similar issues in future in similar switching situations?
3. What issues are caused by changed power flows (from the distribution to the transmission network) in distribution network operation?

**R-4.03 ANALYSIS OF TRANSIENT STABILITY OF SMALL HYDRO POWER PLANT WITH ASYNCHRONOUS GENERATOR IN THE CONNECTING DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Milica TANASKOVIĆ, Elektroistok Engineering, Belgrade,
Željko ĐURIŠIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade

Questions for discussion:

1. Are there any clearly defined requirements in the national and international regulations concerning the fulfilment of requirements in terms of transient stability in active distribution networks? If there are not any, or if they are not sufficiently precise, how should they be amended?
2. Performed analyses were made for an assumed (real) distribution network. Can any general conclusions/recommendations be drawn from the performed analyses, or it only recommended that for every other configuration of active distribution network detailed analyses must be made? If so, can recommendations be given for faults which should be analyzed, namely which faults are critical?.
3. What are the requirements for fault clearance and maximum reversible voltage after fault occurrence and does the network fulfill them?
4. Taking into consideration the above, what requirements are put before the relay protection and does it fulfill them?

**R-4.04 SELECTION OF OPTIMAL LOCATION AND SIZE OF WIND GENERATOR IN THE DISTRIBUTION NETWORK TAKING INTO CONSIDERATION UNCERTAINTIES**

Authors: Đorđe LAZOVIĆ, Andrej TASIĆ, Predrag STEFANOV, Darko ŠOŠIĆ
University of Belgrade - Faculty of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia

Questions for discussion:

1. What is the mathematical formulation of target function used in the optimisation issue?
2. Considering the existing uncertainty concerning future loading and production, does the solution obtained by application of this approach guarantee, and if so in what way, that it is the best solution disregarding what may happen in the future, namely irrespective of what combination of demand and production will exist in the future?

**I-4.05 THE PRODUCTION FORECAST AND DESIGN OF SMALL PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS**

Authors: Stevan BOŽIĆ, DSO EPS Distribution LLC, Belgrade, Niš Subsidiary, Serbia

Questions for discussion:

1. After which period of time is there a return of investments made in building photovoltaic power plants of smaller capacity?
2. Do tools used in the assessment of production take into consideration the uncertainty in terms of time/climate changes that may occur during the life cycle of a solar power plant and if not, in what way could that be taken into consideration?

**R-4.06 CALCULATION OF DISPERSED GENERATION SHARE IN POWER AND ENERGY BALANCE OF POWER SYSTEM**

Authors: Metodija ATANASOVSKI, Blagoja ARAPINOSKI, Mitko KOSTOV, Faculty of Technical Sciences-Bitola, Republic of Macedonia

Questions for discussion:

1. Are domestic solar panels included in the calculation?
2. In what percentage are DCs applied in your country?

**R-4.07 ANALYSIS OF WORK OF THE PHOTOVOLTAIC POWER PLANT "EMY" 30kWp CONNECTED TO THE POWER DISTRIBUTION LOW VOLTAGE NETWORK IN THE MUNICIPALITY ZEPCE-BIH**

Authors: Sakib JUSIĆ, Emir HRNJIĆ, PE Electric Power Industry of B&H ltd. Sarajevo – Subsidiary Electricity Distribution Zenica, Bosnia and Herzegovina

Questions for discussion:

1. How many years does it take to repay an investment?
2. What relay protection is used in a power plant?

**I-4.08** **NEW ASPECTS OF REDUCED PRICE OF ELECTRICITY OBTAINED FROM THE COMBINATION OF RENEWABLE SOURCES AND BATTERIES FOR ITS STORAGE, AS WELL AS THEIR IMPACT ON THE FUNCTIONING OF ENERGY INFRASTRUCTURE**

Authors: Branislav TEPAVČEVIĆ, Samir SALMAN, Haris SALMAN, Saša ĐEKIĆ, Bosnia and Herzegovina

Questions for discussion:

1. In terms of the current policy of countries within the region supporting solar power plants, can an assessment be made as to the time required for the return of investments in a 4kW mini solar power plant?
2: How much was it necessary to increase the share of electric cars within the region, in order to use the cars during the time of their connection to the network as a unique storage for surplus electricity?
3. What legislation presents an obstacle for greater implementation of renewable energy sources?

**R-4.09** **THE PRELIMINARY DESIGN CONCEPT OF MICROGRID WITH DISTRIBUTED ENERGY SOURCES AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES NOVI SAD**

Authors: Nemanja SAVIĆ, Vladimir KATIĆ, Boris DUMNIĆ, Dragan MILIĆEVIĆ, Zoltan ČORBA
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions for discussion:

1. Technical and economic analysis presented in the paper only refers to electricity generation from renewable sources in the considered microgrid. Is there any experience and data on microgrid effectiveness when there are different electricity consumers within it?
2. How much is the microgrid applied in distribution systems worldwide?

**Preferential subject 2:**

**Efficient use of electricity**

**R-4.10** **OPTIMAL STRUCTURE OF INTERNAL CABLE NETWORK OF WIND POWER PLANT**

Authors: Ana ĐORĐEVIĆ, Dejan MILOŠEVIĆ, Global Substation Solutions,
Željko ĐURIŠIĆ, Faculty of Electrical Engineering, Belgrade

Questions for discussion:

1. Was an analysis made in the above calculations in terms of sensitivity through which the effect of change (unawareness) of input parametres (specific thermal resistance of ground, reference country temperature, earth diffusion) would be reflected in the final result and if so, what are the results?
2. The calculations take into consideration the variability of wind plant production, due to variability of wind velocity. However, in a time horizon of 20 years and more, due to unforeseen climate changes, the uncertainty of future wind velocity, and its average velocity and dense distribution respectively, needs to be taken into account. Did the authors consider this type of uncertainty, and if so, what is the impact of this type of uncertainty on the results?

**R-4.11** **EXPECTED POWER SAVINGS AFTER PUBLIC LIGHTING RECONSTRUCTION IN TRAVNIK MUNICIPCILTY**

Authors: Nevsad SKULJ, Saša ĐEKIĆ, IU Travnik, Bosnia and Herzegovina

Questions for discussion:

1. What is the framework difference (in percentages) between LED lighting and low pressure sodium Koliko je okvirno razlika u lighting?
2. If complete reconstruction of the public lighting would be done on the given example, can an assessment be made in terms of the operation and maintenance costs in the municipality budget for such public lighting?

**I-4.12** **ISSUES IN COVERING OWN SUPPLY OF SUBSTATION X/110kV FROM THE DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Vesna ŠNAJDEROV, Dragan KARANOVIĆ, Branko GRUJIČIĆ, EMS, AD Belgrade
Dušan VUKOTIĆ, EPS Distribution Belgrade

Questions for discussion:

1. Should it be expected that accession of the Republic of Serbia to EU will initiate more active involvement of the regulator in this issue?
2. Is it possible to make a framework assessment of required funds for investment in order to bring the state of affairs on the field to the required legal level?

**I-4.13** **SYSTEM FOR ELIMINATION OF NON-TECHNICAL POWER LOSSES**

Authors: Vladimir KULPINSKI, Technical Centre Novi Sad, Serbia

Questions for discussion:

1. Is it possible to give an assessment of required funds and time for the equipping of an existing supply area of the LV transformer with overhead lines?
2. After the equipping of such typical transformer area, how much time is needed for data acquisition and analysis in order to reliably identify non-technical losses?

**Preferential subject 3:**

**Load control**

**R-4.14** **TOWARDS THE ADVANCED DEMAND RESPONSE IN DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Jelena PONOĆKO, Jovica V. MILANOVIĆ, University of Manchester, United Kingdom

Questions for discussion:

1. In the light of current regulations on connecting distribution generators defined through the *Grid codes*, what is the probability of the phenomenon of voltage stability issues in distribution feeders?
2. How often would the action of DR programme be used, in order to meet the targets proposed in the paper?

**Preferential subject 4:**

**Smart meters and remote metering and control**

**I-4.15** **DSO EPS DISTRIBUTION IN ACCORDANCE WITH MODERNISATION OF METROLOGY LEGISLATION IN SERBIA**

Authors: Tatjana CINCAR – VUJOVIĆ, Vladimir MILENOVIĆ, DSO EPS Distribution Belgrade

Questions for discussion:

1. When can full implementation of compliance assessment according to modules B+D and module H1 respectively, be expected?
2. Taking into consideration that the number of so-called Smart metres used in EPS Distribution has been continuously increasing, in what way is it possible, in the light of the existing legislation, to upgrade part of the metre software that is not essential for metrological characteristics of the metre, without requesting a revised certification of metres?
3. If that is currently not possible, in the light of existing legislation, what changes in the current legislation could EPS Distribution initiate, so that the Smart metres software, that is not essential for metrological characteristics of the metre, could be remotely upgraded, without a need for revised certification of metres?
4. Would there be a change of the actual trade mark on electicity metres installed on site, which have been marked in the positive outcome of statistical sampling as candidates for the extension of date of expiry of existing trade mark, or would the extension of expiry date of the original trade mark be marked in another way?
5. Is this method applicable in the light of the current legislation? If not, what changes in the current legislation could EPS Distribution initiate, in order to apply this method in the Republic of Serbia?

**I-4.01**

**НАЧИН РАДА СИНХРОНОГ ГЕНЕРАТОРА У МАЛИМ ХИДРОЕЛЕКТРАНАМА У ПОДПОБУЂЕНОМ РЕЖИМУ – ПРЕДНОСТИ И ПРОБЛЕМИ**
**NAČIN RADA SINHRONOG GENERATORA U MALIM HIDROELEKTRANAMA U PODPOBUĐENOM REŽIMU - PREDNOSTI I PROBLEMI**

Радован ЛЕКИЋ - ОДС „ЕПС дистрибуцуја“ ДП Краљево, Србија
мр Владимир ОСТРАЋАНИН – ЈП ЕПС, ТЦ Краљево, Србија
др Радомир ТОДОРОВИЋ – ЈП ЕПС Београд, Србија
Никола М. ПАВЛОВИЋ – ЈП ЕПС, ТЦ Краљево, Србија

Правилима о раду дистрибутивног система ОДС „ЕПС дистрибуција“ дозвољено је да мале хидроелектране у којима је инсталиран синхрони генератор преузимају реактивну енергију из мреже. Наведено се користи у сврху решавања проблема са порастом напона у мрежи у режимимавеликепроизводње, а мале потрошње на одређеном конзумном подручју.

Осим за решавање наведене проблематике, наведени режим рада има и негативне ефекте. Такође, реактивна енергија за подпобуђени режим рада синхроног генератора у малим хидроелектранама се мора надокнадити из мреже.

Ову реактивну енергију ОДС „ЕПС дистрибуција“ мора обезбедити од ОПС „ЕМС“ а.д. и често плаћати прекомерно преузету реактивну енергију.

Међутим, да би генератор могао да ради у овом режиму у широком опсегу потребно је приликом куповине генератора дефинисати некеконструктивне карактеристике које ће омогућити наведени – подпобуђен режим рада синхроног генератора, односно сагледати облик погонског дијаграма синхроног генератора.

**Кључне речи:** подпобуђен режим, погонски дијаграм, преузета реактивна енергија.

## OPERATION METHOD OF THE SYNCHRONOUS GENERATOR IN SMALL HYDROELECTRIC PLANTS IN CAPACITIVE REGIME – ADVANTAGES AND PROBLEMS

Radovan LEKIĆ - ODS „EPS distribucuja“ DP Kraljevo, mr Vladimir OSTRAĆANIN – JP EPS, TC Kraljevo, dr Radomir TODOROVIĆ – JP EPS Beograd, Nikola M. PAVLOVIĆ – JP EPS, TC Kraljevo, Srbija

The rules on the operation of the distribution system ODS "EPS distribution" allow small hydroelectric plants in which the synchronous generator is installed to take reactive energy from the network. The above is used for the purpose of solving the problems with the increase of voltage in the network in the mode of production of power generation, and small consumption. Apart from solving this problem, the given mode of operation also has negative effects. Also, reactive energy for the subordinated synchronous generator operation in small hydroelectric power plants must be compensated from the network.

However, in order to apply this, it is necessary to define nonconconstructive characteristics when generating a generator that will enable the specified - subordinated synchronous generator operating mode, that is, to look at the shape of the synchronous generator drive diagram.

**Key words:** subordinated synchronous generator operating mode.

## ANALIZA RADA DELA DEES SA KOGENERACIONOM GASNOM ELEKTRANOM

Milica POROBIĆ, Dragan CVETINOV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad,
Siniša SPREMIĆ, JP "Elektroprivreda Srbije", Tehnički centar Novi Sad,
Jovan ČARNIĆ, Saša MANDIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija

Konzum Ogranka "ED Novi Sad" čini 291292 korisnika distributivnog sistema. TS 110/20/10kV Novi Sad 5 instalisane snage 63 MVA snabdeva električnom energijom 53962 korisnika, među kojima su Urgentni centar, Poliklinika, Pokrajinska bolnica. U distributvnoj mreži ovog konzuma nalazi se kogeneraciona gasna elektrana Toplana Zapad 3. Instalisana prividna snaga elektrane je 12,405 MVA, odnosno aktivne snage 9,984 MW. TS 110/20/10kV Novi Sad 5 je većim delom srednjenaponskog konzuma povezana sa TS 110/35/20kV Novi Sad 7 koja napaja 46187 korisnika. U periodima planskih radova na distributivnom ili prenosnom elektroenergetskom sistemu u TS 110/20/10 kV Novi Sad 5 gase se oba energetska transformatora i tada se veći deo konzuma napaja iz TS 110/35/20 kV Novi Sad 7. Tokom 2017. godine rađena je rekonstrukcija dela 110kV postrojenja u TS 110/20/10kV Novi Sad 5, konzum je svaki put radio u rekonfigurisanom režimu. U radu su prikazani karakteristični događaji, problemi, analize i rešenja u rekonfigurisanom režimu rada distributivne mreže uz podršku gasne elektrane. Takođe je prikazan doprinos i uticaj gasne elektrane na rekonfigurisan rad distributivne mreže, iskustvo u radu distributivnog sistema u vanrednom uklopnom stanju napajanja kompletnog konzuma iz rezervnog pravca TS 110/35/20kV Novi Sad 7. U radu se navodi i problem naponskih prilika u distributivnoj mreži kao posledica automatske regulacije napona energetskih transformatora u redovnom i rekonfigurisanom režimu rada distributivne mreže sa gasnom elektranom na konzumu.

**Ključne reči:** rekonfigurisan režim rada DEES, kogeneraciona gasna elektrana.

## ANALYSIS OF DISTRIBUTION SYSTEM WITH COGENERATED GAS PLANT

Utility ED “Novi Sad” consists of 291292 customers. Substation 110/20/10kV Novi Sad 5 with rated power transformers of 63 MVA supplies 53962 customers such as Emergency health center, Provincial hospital and Clinic. In this network exists cogenerated

gas plant with apparent power 12.405 MVA and active power 9.984 MW. MV network 20kV of substation 110/20/10kV Novi Sad 5 is mostly connected to substation 110/20/35 kV Novi Sad 7 supplying 46187 customers. In time of scheduled revisions of two HV 110kV transmissions lines that feed substation Novi Sad 5 both power transformers have to be out of work and MV network need to be supplied from substation Novi Sad 7. In previous year, some parts of 110kV substations Novi Sad 5 were under construction and network was supplied each time in this reconfiguration conditions. This paper deals with characteristic problems, analyses and solutions in this reconfiguration conditions due to influence of gas plant. As mentioned, this paper focuses on influence of gas plant and experience gained in these conditions, especially on voltage values in distribution system (on laterals) as the consequence of tap changers on power transformers under normal and reconfiguration conditions.

**Key words:** reconfiguration conditions of distribution system, cogenerated gas plant.

**R-4.03**

## ANALIZA TRANZIJENTNE STABILNOSTI MALE HIDROELEKTRANE SA ASINHRONIM GENERATOROM PRI PROPADIMA NAPONA U PRIKLJUČNOJ DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Milica TANASKOVIĆ, Elektroistok Inženjering, Beograd, Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

Imajući u vidu da je učestanost kvarova u distributivnoj mreži mnogo veća nego u prenosnoj mreži, od interesa je ispitati ponašanje distribuiranih izvora energije pri poremećajima u priključnoj distributivnoj mreži. Ovi poremećaji mogu izazvati ispade malih hidroelektrana ili dovesti do opasnih radnih stanja male elektrane. Cilj ovog rada je da se na primeru male hidroelektrane, sa asinhronim generatorom priključene na 10kV distributivnu mrežu, u toku prelaznih procesa izazvanih poremećajima napona u priključnoj mreži analiziraju napon i struja na priključcima MHE i brzina obrtanja. Na osnovu dobijenih rezultata moguće je utvrditi dubine naponskih propada i vremena njihovog trajanja koja su kritična za malu hidroelektranu sa aspekta stabilnosti.U radu će biti izvršena analiza tranzijentne stabilnosti hidroagregata korišćenjem softvera DIgSILENT Power Factory. Analiza tranzijetne stabilnosti vršena je na tipičnom primeru MHE priključene na 10kV distributivnu mrežu. Postrojenje je izvedeno jednim asinhronim generatorom, nominalne snage 100kVA, nominalnog napona 0.4kV. Tačka priključenja MHE je u transformatorskoj stanici TS 1, 1x630kVA, 10/0.42kV/kV sa kablovskim priključkom male hidroelektrane. Modelovana je realna distributivna mreža 10kV napajana iz transformatorske stanice TS 2, 35/10kV/kV. Analiza tranzijentne stabilnosti MHE biće analizirana i za slučaj prelaznih procesa uzrokovanih propadima napona u normalnim pogonskim stanjima koji su posledica uključenja industrijskih potrošača na posmatranu mrežu u blizini tačke priključenja MHE.

**Ključne reči:** Mala hidroelektrana, Asinhroni generator, Tranzijentna stabilnost, Prelazni proces, Distributivna mreža.

## THE ANALYSIS OF TRANSIENT STABILITY OF SMALL HYDRO POWER PLANT WITH ASYNCHRONOUS GENERATOR DURING VOLTAGE DROP IN ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK

According to the bigger frequency of short circuits in electrical distribution network than in transmission network, it's important to analyse renewable energy sources during the disturbance in electrical distribution network. This state may cause dangerous work condition of hydroagregat or even stop its producing. The main purpose of this paper is to analyse generator's voltage, current and speed on the example of small hydro power plant with asynchronous generator connected to 10kV electrical distribution network during the transients caused by voltage disturbances. According to the results, it's possible to find out the voltage drop depth and its lasting which may affect generator's syncronism.Transient stability of hydroagregat will be analysed by using software package DIgSILENT Power Factory and typical example of small hydro power plant connected to 10kV electrical distribution network. The switchgear contains asynchronous generator with 100kVA nominal power and 0.4kV nominal voltages. The small hydro power plant is connected with cable to electrical distribution network via medium voltage swtchgear TS1, 1x630kVA, 10/0.42kV/kV. The distribution network is supplied by medium voltage swtchgear TS2, 35/10kV/kV. Transient stability of hydroagregat will be also analysed in case of transients caused by switching industrial loads to the distribution network which are close to the connection point of small hydro power plant.

**Keywords:** Small Hydro Power Plant, Asynchronous Generator, Transient Stability, Transient, Electrical Distribution Network.

**R-4.04**

## ODABIR OPTIMALNE LOKACIJE I VELIČINE VETROGENERATORA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI UZ UVAŽAVANjE NEIZVESNOSTI POTROŠNjE

Đorđe LAZOVIĆ, Andrej TASIĆ, Predrag STEFANOV, Darko ŠOŠIĆ,
Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, Srbija

Tema ovog rada odnosi se na optimizacioni postupak priključenja vetroelektrana na distributivnu mrežu. U tu svrhu, vršeni su proračuni tokova snaga u radijalnim distributivnim mrežama, pri čemu je uvažena neizvesnost proizvodnje i potrošnje. Snaga injektiranja u distrubutivnoj mreži često nije poznata, već se na neki način procenjuje, te ju je potrebno tretirati sa određenom verovatnoćom. Neizvesnost je uvažena korišćenjem fuzzy predstave napona, aktivnih i reaktivnih snaga. Sa tim u vezi, proračuni tokova snaga i naponskih prilika su vršeni fuzzy iterativnim postupkom. Ovi proračuni su osnova za primenu optimizacionog postupka za izbor lokacija i instalisanih snaga vetroelektrana koje je potrebno priključiti na mrežu sa ciljem minimizacije gubitaka aktivne snage u sistemu. U pitanju je optimizacioni problem velike dimenzionalnosti čija objektivna funkcija nije linearna, neprekidna, diferencijabilna uz prisustvo velikog broja ograničenja. Za ovakve probleme, pokazale su se kao vrlo efikasne metaheurističke optimizacione metode. U ovom radu, primenjena je metoda diferencijalne evolucije. U analizama su uvažena tehnička ograničenja u pogledu dozvoljenih vrednosti napona i struja. Kao rezultat proračuna dobijaju se optimalni uređeni parovi instalisanih snaga vetroelektrana i čvorova priključenja. Poznato je da obnovljivi izvori energije u opštem slučaju povoljno utiču na naponske prilike i gubitke u distributivnoj mreži i ti efekti su potvrđeni rezultatima ovog rada.

**Ključne reči:** Distributivne mreže, fuzzy tokovi snaga, integracija vetroelektrana, diferencijalna evolucija.

## SELECTION OF OPTIMAL LOCATION AND SIZE OF WIND POWER PLANT IN DISTRIBUTION NETWORK CONSIDERING UNCERTAINTY

The subject of this paper is optimization process of integration of wind power plant into distribution network. For that purpose, load flow calculations in radial distribution network is used considering uncertainty of production and consumption. In distribution system injection power is generally unknown, so it is necessary to estimate it somehow and take factors of probability into account. Uncertainty is included using fuzzy representation of voltage, active and reactive power. Hence, load flow calculations were performed using fuzzy iterative procedure. These calculations are the basis of optimization procedure for finding locations and rated power of wind power plants that are necessary to integrate in system, in order to minimize losses of active power. This is optimization problem of huge dimensions, objective function is non-linear, non-continuous, non-differential with many constraints. For these problems, meta-heuristic searching optimization methodsare widely recognized as **efficient** approach. In this paper, Differential Evolution method is used. Also, technical constraints of permissible voltages and currents are included in analysis. Arranged pairs of optimal rated power of wind power plants and nodes of connection are results of these calculations. It is known that renewable energy sources have favorable impact on voltages and power losses in distribution network, which is demonstrated as a result in this paper.

**Keywords:** Distribution network, fuzzy power flow, integration of wind power plant, Differential Evolution.

**I-4.05**

## PROGNOZA PROIZVODNJE I PROJEKTOVANJE FOTONAPONSKIH ELEKTRANA MANJE SNAGE

Stevan BOŽIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Niš, Srbija

Obnovljivi izvori energije sve više utiču na udeo u proizvodnji električne energije. Vlada Republike Srbije je donela i strateški plan povećanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora. Najbitniji dugoročni plan je vezan za ograničavajuće rezerve

uglja i elektrana koje upravo koriste ugalj kao primarno gorivo za dobijanje električne energije. Kapacitet solarne energije iznosi 16.7% od ukupne rezerve energije iz obnovljivih izvora. Potencijal sunčevog zračenja je u Srbiji za oko 30% veći od zemalja centralne Evrope i intenzitet sunčevog zračenja je među najvećim u Evropi. Prognoza proizvodnje električne energije i projektovanje jedne male solarne elektrane može se uraditi jednostavnim korišćenjem nekog od softverskih paketa koji su dostupni kao besplatne web aplikacija.

**Ključne reči**: obnovljivi izvori energije - solarna energija – prognoza proizvodnje.

**THE PRODUCTION FORECAST AND DESIGN OF SMALL PHOTOVOLTAIC POWER PLANTS**

Renewable energy plays and without a doubt will be playing in the future an increasingly important role in the energy market. Serbian government adopted a decree on Incentives for priveleged energy production which is in force until December 2015. One of the most important long-term reasons for adopting this regulation is the awareness of the limited resources of fossil fuels that exist in Serbia, primarily coal. It is necessary to build new capacities in a timely manner that will at least partially be able to replace coal-fired plants. The potential of solar energy represents 16.7% of the total exploitable potential of renewable energy sources in Serbia. The energy potential of solar radiation is about 30% higher in Serbia than in Central Europe and the intensity of solar radiation is among the highest in Europe. The production forecast and design of a small solar power plant can be done simply by using some of the software that is available as a free web application.

**Key words**: renewable energy, photovoltaic systems, production forecast.

**R-4.06**

**PRORACUN UCESTVA DISPERZIRANE PROIZVODNJE U BILANCU SNAGE I ENERGIJE U ELEKTRIENERGETSKOM SISTEMU**

Metodija ATANASOVSKI, Blagoja ARAPINOSKI, Mitko KOSTOV,
Faculty of Technical Sciences-Bitola, Republic of Macedonia

**CALCULATION OF DISPERSED GENERATION SHARE IN POWER AND ENERGY BALANCE OF POWER SYSTEM**

Electrical power and energy balance is equality between total electrical power and energy input and output in/from power system. Electrical energy input in power system is consisted of several categories: generation of thermal, hydro and wind power plants, generation of power plants on distribution network (dispersed generation (DG)) and input of electrical energy from neighboring power systems. Power balance is developed for the hour of maximum load appearance in power system during year of consideration. Power balance categories in the considered moment of time are: total power of all thermal power plants connected on transmission network, total power of all hydro power plants connected on transmission network, total power of all wind power plants connected on transmission network, power exchange with neighboring power systems (import/export). Maximum load on transmission network level is equal to maximum load on power system level reduced for hourly generation of power plants connected on distribution network in the hour of maximum load appearance.

The goal of this paper is to show how DG share can be calculated and forecasted in the described power and energy balances. Namely, two basic quantities are used for calculation of DG share in power and energy balance. Equivalent number of working hours with maximum power is used for energy balance, while for power balance availability of generation is used for each power plant in DG category. The calculation procedure and typical values of these two quantities are presented in the paper for each power plant in DG category.

**Keywords:** Dispersed generation, power and energy balance, power system.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-4.07**

## ANALIZA RADA FOTONAPONSKE ELEKTRANE „EMY“ 30kWp PRIKLJUČENE NA ELEKTROENERGETSKU DISTRIBUTIVNU NISKONAPONSKU MREŽU NA PODRUČJU OPŠTINE ŽEPČE-BiH

Sakib JUSIĆ, Emir HRNJIĆ,
JP “Elektroprivreda BiH” d.d. Sarajevo – Podružnica “Elektrodistribucija” Zenica, Bosna i Hercegovina

Današnje okruženje i uslovi za provođenje projekata obnovljivih izvora energije i u BiH zasigurno su znatno povoljniji od onih prije nekoliko godina. Donesene zakonske odredbe kojima se utvrđuje obaveza preuzimanja električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije prema zajamčenim tarifama sasvim sigurno doprinosi sve većem interesu kako domaćih tako i stranih investitora za projekte obnovljivih izvora energije s jedne strane, te proizvođača opreme, projektanata i izvođača s druge strane. Poticajne otkupne cijene proizvedene električne energije su i glavni razlog zbog čega se novoizgrađeni obnovljivi izvori u našem okruženju isključivo priključuju kao distribuirani izvori na elektroenergetsku distributivnu mrežu. Pošto je prema važećim zakonskim odredbama distributer obavezan preuzeti svu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora, nužno je za razvoj distributivne mreže što preciznije odrediti uticaj distribuiranih izvora na električne prilike u mreži, kako bi se potrošačima mogla isporučiti električna energija zadovoljavajućeg kvaliteta, vodeći pri tome računa da se gubici električne energije svedu na minimum. Porast nivoa penetracije fotonaponskih sistema u distributivnoj mreži unosi još veće promjene tokova snaga i otežava održavanje naponskih nivoa u propisanim granicama, što uz sezonske i dnevne varijabilnosti opterećenja i proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sistema, dodatno usložnjava pogon distributivne mreže. Cilj ovog rada je da se kroz analizu relevantnih parametara na primjeru dosadašnjeg pogona fotonaponske elektrane „Emy“ 30 kWp, priključene na elektroenergetsku distributivnu niskonaponsku mrežu na području Opštine Žepče, BiH, potvrdi ili koriguje dosadašnja praksa korištenja sunčeve energije u domaćim specifičnostima, kako iz ugla investitora, tako i iz perspektive distributivnih kompanija.

**Ključne riječi:** obnovljivi izvori energije, fotonaponska elektrana, elektroenergetska distributivna niskonaponska mreža, distribuirana proizvodnja električne energije.

## ANALYSIS OF WORK OF THE PHOTOVOLTAIC POWER PLANT “EMY” 30kWp CONNECTED TO THE POWER DISTRIBUTION LOW VOLTAGE NETWORK IN THE MUNICIPALITY ZEPCE-BIH

Today's environment and conditions for the implementation of renewable energy projects in BiH are certainly much more favorable than those a few years ago. The legal provisions that determine the obligation to take over electricity from renewable energy sources at guaranteed tariffs certainly contribute to an increasing interest of both domestic and foreign investors for renewable energy projects on the one hand, and producers of equipment, designers and contractors on the other. The incentive purchasing prices of electricity produced are also the main reason why newly built renewable sources in our environment merely connect as distributed sources to the power distribution grid. As the distributor is obliged to take over all the energy produced from renewable sources according to the legal regulations in force, it is necessary for the development of the distribution network to determine more precisely the influence of distributed sources on electrical network conditions in order to deliver electricity of satisfactory quality to consumers the losses of electricity are reduced to a minimum.

The increase in penetration levels of photovoltaic systems in the distribution network entails even greater changes in power flows and makes it difficult to maintain the voltage levels within the prescribed limits, which, together with the seasonal and daily variability of the load and electricity production from photovoltaic systems, further complicates the distribution network drive.

The aim of this paper is to confirm or correct the current practice of using solar energy in the domestic specifics, through the analysis of relevant parameters on the example of the existing photovoltaic power plant "Emy" 30kWp, connected to the power distribution low voltage network in the area of Zepce, as well as from the perspective of distribution companies.

**Key words:** renewable energy sources, solar power plant, power distribution low voltage network, distributed generation.

**I-4.08**

## NOVI ASPEKTI SMANJENJA CIJENE ELEKTRIČNE ENERGIJE DOBIJENE IZ KOMBINACIJE OBNOVLJIVIH IZVORA I BATERIJA ZA NJENO SKLADIŠTENJE KAO I NJIHOV UTICAJ NA FUNKCIONISANJE ENERGETSKE INFRASTRUKTURE

Branislav TEPAVČEVIĆ, Samir SALMAN, Haris SALMAN, Saša ĐEKIĆ,
Bosna i Hercegovina

U radu je napravljena analiza rasta proizvodnje električne energije korištenjem fotonaponskih panela (PV panela) kroz aspekt konstantnog povećanja nihove efikasnosti. Takođe, sa razvojem nanotehnologija na tržištu imamo baterije koje imaju istovremeno veći kapacitet skladištenja el. energije, manje dimenzije i manju cijenu. Ova kombinacija daje sasvim novi pogled na razvoj električnih mreža. Svjedoci smo nadolazećeg zaokreta u dosadašnjem razumjevanju razvoja izvora električne energije, prenosa električne energije i njene distribucije. Bitno je napomenuti da ćemo morati povesti računa kako da pronađemo način da se što jednostavnije i jeftinije poboljša zastarjela i loše održavana energetska infrastruktura.Cijena električne energije dobivena iz solarnih panela i baterije za spremanje električne energije su u konstantnom padu. Već su dostigli nivo da se takmiče sa cijenom plina na određenim tržištima. Najnovije analize predviđaju da će oni u SAD preuzeti proizvodnju električne energije kao vršnih elektrana u iznosu od 10 GW od prirodnog plina do 2027. godine. Druga, mnogo optimističnija predviđanja ne vide da će elektrane na plin biti bitan faktor kao proizvođači električne energije vršnih elektrana.

**Ključne reči**: PV elektrane, razvoj, cijena električne energije, distributivni system.

## NEW ASPECTS OF REDUCING THE PRICE OF ELECTRICITY DERIVED FROM A COMBINATION OF RENEWABLE SOURCES AND BATTERIES FOR ITS STORAGE AS WELL AS IMPACT ON THE FUNCTIONING OF ENERGY INFRASTRUCTURE

The paper is an analysis of electricity production growth by using photovoltaic panels (PV panels) featuring constant increase of efficiency. Also, through nanotechnology development new type of batteries is emerging. The batteries feature greater storage capacity, smaller dimensions as well as lower price. Their combination gives whole new aspects on the development of electrical networks. We are witnessing the upcoming shift in the current understanding of the development of sources of electrical power, transmission of electric energy and its distribution. It is important to note that particular care will have to be taken into account how to get as much simpler and cheaper way to improve antiquated and poorly maintained energy infrastructure. The price of electrical energy obtained from solar panels and batteries are in constant decline. However they have already reached the level to compete with the price of gas in certain markets. The latest analyses predict that they will take over from the production of electricity as the peak power in the amount of 10 GW of natural gas until 2027. of the year. The second, much more optimistic predictions do not see that the gas power plant will be an important factor as producers of electricity in peak power plant.

**Key words:** PV power plants, development, price of electrical energy, distribution system.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-4.09**

## KONCEPT IDEJNOG PROJEKTA MIKROMREŽE SA DISTRIBUIRANIM IZVORIMA ENERGIJE NA FAKULTETU TEHNIČKIH NAUKA NOVI SAD

Nemanja SAVIĆ, Vladimir KATIĆ, Boris DUMNIĆ, Dragan MILIĆEVIĆ, Zoltan ČORBA,
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

Prateći moderne trendove intenzivnih istraživanja, razvoja, primene i promocije čistih energetskih tehnologija, obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu se veoma ozbiljno posvetio ovim veoma perspektivnim

naučno-tehničkim oblastima. S tim u vezi, osmišljen je i napravljen koncept idejnog projekta mikromreže na fakultetu koja je zasnovana na primeni različitih vrsta distribuiranih izvora energije. U radu su prikazane tehničke karakteristike osnovnih delova koncepta idejnog projekta mikromreže, konkretno fotonaponskih elektrana, vetrogeneratora, kogeneracionog postrojenja za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije, električnih vozila, i baterijskog sistema za skladištenje električne energije. U cilju bolje ilustracije i provere mogućnosti realizacije predloženog koncepta idejnog projekta, u radu je takođe data tehno-ekonomska i ekološka analiza aspekata primene mikromreže sa distribuiranim izvorima energije.

**Ključne reči:** mikromreža, distribuirani izvori energije, obnovljivi izvori energije, energetska efikasnost.

## CONCEPT OF IDEA PROJECT OF THE MICROGRID WITH DISTRIBUTED ENERGY SOURCES AT THE FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES NOVI SAD

Following the modern trends of intensive research, development, application and promotion of clean energy technologies, renewable energy sources and energy efficiency, the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad has dedicated itself very seriously to these very promising scientific and technical areas. From these reasons, the concept of the idea project of the microgrid at the faculty was designed and developed, and is based on the application of different types of distributed energy sources. The paper presents the technical characteristics of the main parts of the concept of the idea project of the microgrid (photovoltaic power plants, wind generators, cogeneration plants for combined heat and power production, electric vehicles, and a battery storage system). In order to better illustrate and verify the possibilities of realization of the proposed concept of the idea project, the paper also provides techno-economic aspects of the application of the microgrid with distributed energy resources.

**Key words:** microgrid, distributed energy resources, renewable energy sources, energy efficiency.

## OPTIMALNA STRUKTURA INTERNE KABLOVSKE MREŽE VETROELEKTRANE

Ana ĐORĐEVIĆ, Dejan MILOŠEVIĆ, Global Substation Solutions,
Željko ĐURIŠIĆ, Elektrotehnički fakultet Beograd, Srbija

Priključenje vetroelektrana na elektroenergetski sistem se obično vrši preko srednjenaponskih kablovskih vodova. Priključno mesto vetroelektrana na distributivnu ili prenosnu mrežu je obično udaljeno nekoliko kilometara, pa su gubici u kablovskoj mreži značajni. S obzirom da su specifični troškovi ovih gubitaka određeni subvencionisanim cenama proizvodnje iz vetroelektrana, to je korišćenje većih preseka kablova u odnosu na tehničke zahteve često opravdano za vlasnika vetroelektrane. Aktualizacijom investicionih troškova kablova i troškova disipirane (neisporučene) energije, određen je ekonomski presek kabla pri kojem su troškovi proizvodnje minimalni. Analiziran je uticaj broja agregata po fideru na izbor optimalnog preseka kabla. Na konkretnom primeru vetroelektrane u Banatu pokazano je da se optimalnim izborom preseka kabla i optimizacijom broja vetroagregata po jednom fideru mogu značajno smanjiti operativni troškovi i vreme povratka investicionih ulaganja, odnosno povećati profit.

**Ključne reči:** vetroelektrana, interna kablovska mreža, optimalni presek.

## OPTIMAL STRUCTURE OF THE INTERNAL CABLE NETWORK OF WIND POWER PLANT

Connection of the wind farm to an electric power system is usually done through medium voltage cables. The wind farm connection point to the distribution or transmission network is usually a few kilometers away, so the losses in the cable network are significant. Specific costs of these losses are determined by subsidized prices of energy from wind farms, so use of the larger cable cross sections compared to technical requirements is often justified for the owner of the wind farm. By actualizing the investment costs of cables and the costs of discipated (undelivered) energy, an economic cross-section of the cable is determined, for which production costs are minimal. The influence of the number of turbines on the feeder on the selection of the optimal cross-section of the cable was analyzed. On the concrete example of the wind farm in Banat, it is shown that by optimizing of the cable cross-sections and number of turbines on the single feeder, it is possible to reduce significantly operating costs and the return time of investments, i.e. increase profit.

**Key words:** wind farm, internal cable network, optimal cross-section.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## OČEKIVANE UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE NAKON REKONSTRUKCIJE JAVNE RASVJETE OPŠTINE TRAVNIK

Nevsad SKULJ, Saša ĐEKIĆ, IU Travnik, Bosna i Hercegovina

U predmetnom tradu obrađene su očekivane uštede električne energije nakon rekonstrukcije javne rasvjete u Opštini Travnik. Mnogi gradovi već odavno zamjenjuju tradicionalnu rasvjetu sa novom rasvjetom koja je energetski efikasnija i manje štetna. Cilj ovog rada ogleda se u doprinosu poboljšanja energetske efikasnosti i učinkovitosti javne rasvjete ovog grada. Na bazi postojećeg rješenja i projekta rekonstrukcije javne rasvjete Općine Travnik, data je detaljna analiza i postojećeg i novoprojektovanog rješenja, sa akcentom na prednosti i nedostatke novog rješenja. Predstavljane su mogućnosti u pogledu finansiranja, novih tehnoloških rješenja i prikazane su projekcije uštede i povrata investicije. Kako bi postigli ovaj cilj, neophodno je neprekidno nadgledanje, te bolji menadžment i upravljanje sistemom javne rasvjete, kao i adekvatna zamjena postojeće javne rasvjete i njene opreme sa efikasnijom. Pri tome, daje se prioritet efikasnom i energetski učinkovitom korištenju energije u svrhe javne rasvjete, bez ugrožavanja kriterija gradske sigurnosti i udobnosti, pri čemu uzimamo u obzir potencijal solarnog osvjetljenja, te shodno tome prilagođavamo boju i intenzitet rasvjete. Javna rasvjeta je veoma važan dio svakog grada, jer osigurava vidljivost u mraku za vozače, bicikliste i pješake, te na taj način smanjuje saobraćajne nesreće. Javna rasvjeta također služi kao indirektna mjera zaštite protiv kriminala, jer povećava osjećaj lične sigurnosti kod ljudi, kao i sigurnost kako javnih tako i privatnih nekretnina. Javna rasvjeta poboljšava ambijent grada, osvjetljavajući njegove atraktivne lokacije i obilježja, te na taj način uljepšava atmosferu grada tokom nekih bitnijih javnih događaja.

**Ključne reči:** javna rasvjeta, energetska efikasnost, ušteda električne energije.

## EXPECTED ENERGY SAVING AFTER RECONSTRUCTION OF THE PUBLIC LIGHTING OF THE MUNICIPALITY TRAVNIK

The theme of this paper includes expected savings of electric energy after the reconstruction of public lighting of the Municipality Travnik. Many cities are already replacing traditional luminaires with new more energy-efficient light fixtures which are less polluted. The objective of this project is to contribute to improve the efficiency on energy use in the overall public lighting of this city. Based on the existing solution and the project of reconstruction of the public lighting of the Municipality of Travnik, detailed analysis of the existing and newly-planned solution was given, with an accent on the advantages and disadvantages of the new solution. Funding options, new technological solutions were presented and projections of savings and return on investments were presented. To achieve this goal, it is previewed the continuous monitoring, more efficient management and control systems, as well as, the replacement for more efficient lighting equipment. Thus, without jeopardizing the city security and comfort criteria, it will be given priority to the efficient use of energy regarding public lighting, taking into account all the potencial of solar light and adjusting the colour and light intensity to the lighting purposes. Public lighting is very important part of every city because it ensures visibility in the dark for drivers, motorists, cyclists and pedestrians, thereby reducing road accidents. Public lighting also indirectly facilitates crime prevention by increasing the sense of personal safety, as well as the security of adjacent public and private properties. Public lighting effects can also boost the appeal of cities, towns and communities as commercial and cultural centres by highlighting attractive local landmarks or accentuating the atmosphere during some important public events.

**Keywords:** public lighting, energy efficiency, energy savings.

**I-4.12**

## PROBLEMI NAPAJANJA SOPSTVENE POTROŠNJE TS X/110kV IZ DISTRIBUTIVNE MREŽE

Vesna ŠNAJDEROV, Dragan KARANOVIĆ, Branko GRUJIČIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije“, Beograd
Dušan VUKOTIĆ, „EPS Distribucija“ Beograd, Srbija

U radu je dat pregled pogonskih događaja koji su doveli do naglog povećanja rizika u napajanju sopstvene potrošnje nekoliko trafostanica u prenosnoj mreži, zbog jednostranog napajanja iz distributivne mreže. Ukazano je na rizike prouzrokovane neusklađenim razvojem mreže srednjeg napona u blizini trafostanica x/110kV. Dat je pregled tehničkih odluka kojima se prepoznati rizik pokušava svesti na prihvatljiv nivo. Prikazani su i relevantni elementi dokumenata interne tehničke regulative EMS AD kojima se ova oblast pokušava regulisati. Istaknuti su problemi u tumačenju zakonske regulative iz oblasti energetike, kao i prednosti okvira koji daju načela sistema finansijskog upravljanja i kontrole u javnom sektoru. U zaključku je podcrtan značaj saradnje predstavnika operatora prenosnog i distributivnog sistema kroz pozitivne rezultate zajedničkog projektnog tima za izradu Ugovora o eksploataciji.

**Ključne reči**: napajanje sopstvene potrošnje, upravljanje rizikom, saradnja, zakonska regulatva.

## PROBLEMS OF X/110kV SUBSTATION AUXILIARY SUPPLIES CONNECTED TO DISTRIBUTION NETWORK

The paper presents an overview of network faults and events that led to the reduced reliability of the auxiliary supply in transmission substations, due to the in-feed from the single conection of distribution network. It points out the risks caused by the uncoordinated development of the medium voltage network near x/110kV (transmission) substations. A review of technical decisions that attempt to reduce the indentified risk to an acceptable level is given. The relevant documentation elements of the EMS AD internal technical regulations, which are trying to manage and control this area, are also presented. Interpretation problems of energy legislation as well as the advantages of the frameworks that give the principles of the financial management and control system in the public sector are highlighted. In conclusion is underlined the importance of cooperation between the representatives of the transmission and distribution system operators, showcasing the achieved positive results of the joint project team for the Utilization Agreement development.

**Key words:** auxiliary supply reliability, risk management, cooperation, legislation.

**I-4.13**

## SISTEM ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Vladimir KULPINSKI, Tehnički centar Novi Sad, Srbija

Rad predstavlja kratak osvrt na osnovne funkcije SISTEMA ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE (SISTEM), koji je tokom 2017 godine koncipiran i proveren u realnom okruženju. Isti je nastavak aktivnosti SISTEMA pokrenutog i realizovanog tokom perioda 2013.-2015. Godina. Rezultat ovih aktivnosti predstavlja realizacija Multifunkcionalih Kontrolnih Mernih Uređaja (MKMU) i njima pripadajućih uređaja, opreme i pribora.

Sve zajedno, odnosno umrežen sistem mernih uređaja, predstavlja novi, potpuno inovativni koncept u metrologiji električne energije (EE), počev od proizvodnih pogona svih vrsta do poslednjeg potrošača (kupca) EE u elektroenergetskom sistemu, bez obzira na veličinu i složenost istog.

Primenon ovih uređaja omogućuje se potpuni nadzor nad tokovima EE, što podrazumeva stvaranje anbijenta u kojima netehnički gubici, sem neizbežnih tehničkih gubitaka, NISU MOGUĆI. Istovremeno se obezbeđuje maksimalno moguća jedinstvena optimizacija tokova EE u kojoj je nivo tehničkih gubitaka sveden na najmanje moguću meru.

Koncept je nastao u tesnoj saradnji Tehničog centra Novi Sad i nekoliko privatnih firmi, od kojih se posebno izdvajaju „Nigal“, d.o.o, iz Petrovaradina i „Satel“ iz Beograda.

U prvoj fazi primene SISTEMA omogućuje se identifikacija svih potrošača (kupaca) EE kod kojih evidentno postoji preuzimanje EE bez njenog registrovanja. U drugoj fazi realizuju se procesi u kojima se precizno i pouzdano određuju pojedini kupci kod kojih postoji odliv EE bez njenog registrovanja.

Korist upotrebe ove koncepcije, odnosno potpuno inovativnog SISTEMA utvrđuje se na bazi veličine izgubljene EE u Tehničom centru „Novi Sad“na nivou jedne godine. **Tokom 2016. godine količina izgubljena je EE, koja po ceni za 1 kWh u Srbiji, na godišnjem nivou, ima vrednost od preko250 miliona Eura. Prema prosečnoj ceni za 1 kWh u EU ovako izgubljena EE ima vrednost od preko 700 miliona Eura. Vrednost izgubljeneEE na nivou celokupne Elektroprivrede Srbije značajno prevazilazi iznos od jedne milijarde Eura**.

**Ključne reči**: gubici EE, izgubljena dobit, sistematičnost, efikasnost, racionalnost.

**R-4.14**

## TOWARDS THE ADVANCED DEMAND RESPONSE IN DISTRIBUTION NETWORK

Jelena PONOĆKO, Jovica V. MILANOVIĆ,
The University of Manchester, United Kingdom

The development of smart grids has introduced many new technologies in the power network, especially at the distribution level. Distributed generation, numerous large electric loads (electric vehicles), demand response, etc., will bring new challenges for the distribution network operator (DNO), primarily in the domain of network flexibility. This paper proposes a methodology for advanced demand response (DR) in the distribution network, catering at the same time for the requirements of the DNO, the available flexibility of the demand side, and the preservation of network performance. Experience has shown the importance of distribution system voltage stability for sub-transmission and transmission system stability. The steady state voltage stability index, namely the load margin, is therefore chosen in this paper as the network performance indicator. This indicator is evaluated before and after a DR action, in order to analyse the possible effect of DR on network stability. The DR program can then be “tailored” to meet the requirements of the DNO (e.g. load curtailment) and keep the voltage stability of the network. Optimisation is first performed with the objective of “flattening” the day-ahead forecasted total loading at the GSP during a 24 hour period, i.e. perform peak shaving and valley filling, taking into account forecasted aggregated flexibility of the distribution network buses. In the second step, DR is adjusted in case the voltage stability index is violated in some of the time steps of the planning horizon (24 h). The suggested approach takes into account load pay-back, i.e. gradual increase of load at time steps following a DR action, where controllable load is (fully or partly) shifted from one period of the day to another.

**Key words:** demand response, load modelling, optimisation, voltage stability.

**I-4.15**

## ODS „EPS DISTRIBUCIJA” U SKLADU SA MODERNIZACIJOM ZAKONSKE METROLOGIJE U SRBIJI

Tatjana CINCAR – VUJOVIĆ, ODS „EPS Distribucija” Beograd, Srbija
Vladimir MILENOVIĆ, ODS „EPS Distribucija” Beograd, Srbija

Transponovanjem evropske Direktive o mernim instrumentima (MID) (DIRECTIVE 2004/22/EC od 31.3.2004. i potom DIRECTIVE 2014/32/EU od 26.2.2014.) u nacionalno zakonodavstvo Srbije Pravilnik o merilima (Pravilnik) („Službeni glasnik RS”,

br. 63/13 i 95/16 i potom „Službeni glasnik RS”, br. 3/18), modernizovani su nacionalni zahtevi za brojila aktivne električne energije koji moraju da budu ispunjeni za njihovo stavljanje na tržište i/ili u upotrebu, postupci ocenjivanja usaglašenosti, označavanje, isprave o usaglašenosti.

Uzimajući u obzir politički, ekonomski i tehnički razvoj, postupci ocenjivanja usaglašenosti za brojila električne energije dati u Pravilniku, biće usvojeni i za merila koja nisu obuhvaćena Pravilnikom, a koja su predmet nacionalne zakonske kontrole, kao što su brojila aktivna električne energije klase tačnosti 0,2S i brojila reaktivne električne energije.

Brojilo električne energije, u skladu sa zakonskom legislativom, predmet je ocenjivanja usaglašenosti, više puta za vreme njegovog životnog veka, a ODS „EPS Distribucija”, u skladu sa svojim obavezama i ovlašćenjima, tehničkim napretkom i održivom modernizacijom, nastavlja da realizuje i širi svoje kapaciteta i pokazuje spremnost da osigura pravičnu razmenu električne energije između zainteresovanih strana.

**Ključne reči:** Zakonska metrologija, brojilo električne energije, ocenjivanje usaglašenosti.

**ODS „EPS DISTRIBUCIJA” IN ACCORDANCE WITH MODERNIZATION OF LEGAL METROLOGY IN SERBIA**

Transposition of the European Measuring Instruments Directive (DIRECTIVE 2004/22 / EC dated March 31, 2004 and then DIRECTIVE 2014/32 / EU dated February 26, 2014) into the national legislation of Serbia in Rulebook on measurement instruments (Rulebook) ("Official Gazette of RS", No. 63/13 and 95/16 and then "Official Gazette of RS", No. 3/18), the national requirements for active energy meters have been modernized which must be fulfilled for their placing on the market and / or putting into use, conformity assessment procedures, markings, declaration of conformity.

Considering the political, economic and technical development, the procedures for conformity assessment for electricity meters given in the Rulebook will be adopted also for meteres that are not covered by the Rulebook, and which are subject to national legal control, such as active electricity meters accuracy class 0,2S and meters for reactive energy.

The electricity meter, in accordance with the legislation, is subject to conformity assessment, several times during its lifetime, and ODS "EPS Distribution", in accordance with its obligations and authorizations, technical progress and sustainable modernization, continues to realize and expand its capacity and shows readiness to ensure fair exchange of electricity between stakeholders.

**Key words:** Legal metrology, electricity meter, conformity assessment.

**Izveštaj STK 5**

**Stručna komisija 5:**

**PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH SISTEMA**

Predsednik komisije: dr Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet Niš

**IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA**

U okviru STK 5, prispelo je 18 radova i informacija, i obuhvaćeno je svih 7 preferencijalnih tema. Visok nivo radova i aktuelnost obrađenih tema potvrdile su značaj nacionalnog komiteta CIRED-a za planiranje distributivnih mreža. Pregled radova po preferencijalnim temama, sa priloženim recenzijama dat je u nastavku.

**Preferencijalna tema 1:**

**Prognoza opterećenja i proizvodnje distribuiranih izvora**

Stručni izvestilac: dr Dragoslav JOVANOVIĆ

**R-5.01 ANALIZA RASTA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U NAREDNIM DECENIJAMA USLED ZNAČAJNIJEG POVEĆANJA BROJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA**

Autori: Milko ZUBAC, Marijana SUČEVIĆ-TASIĆ

U radu su autori dali određenu analizu rasta potrošnje električne energije usled značajnijeg povećanja električnih automobila. Prvenstveno se ovaj uticaj odnosi na punjačke stanice koje mogu raditi u režimima sporog i brzog punjenja. Ovaj drugi režim predstavlja značajno vršno opterećenje. S obzirom na korišćenje pretvarača velike snage, nameće se dodatni problem koji se odnosi na narušavanje kvaliteta napajanja mreže, prisutvo harmonika i reaktivne energije. Ovaj aspekt nije u radu pomenut. Smatrano je da

punjačka stanica predstavlja aktivni potrošač, što u principu nije sasvim tačno. No bez obzira na to, rad daje neke polazne i vrlo grube analize koje mogu biti korisne za stručnu javnost i relevantne oblasti kao što su EES i EDB sistemi.

Pitanje za diskusiju:

1. Da li se opisani sistem može osloniti na "pomoć" od strane PV elektrana koje su po prirodi nestabilan izvor energije?

**Preferencijalna tema 2:**

**Zahtevane karakteristike distributivnog sistema, rezultati i benčmarking tehničkih i ekonomskih karakteristika**

Stručni izvestilac: dr Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektrodoboj"

U okviru ove teme, pristigle su tri informacije koje obrađuju različite aspekte zakonske regulative priključenja objekata na distributivnu mrežu.

**I-5.02 PRIMENA ZAKONSKE REGULATIVE KOD DEFINISANJA USLOVA I PRIKLJUČENJA OBJEKATA KORISNIKA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM ODS „EPS DISTRIBUCIJA" D.O.O. BEOGRAD**

Autori: Predrag MATIĆ, Slobodan KOJIĆ, Mirjana NOVAKOVIĆ, Daniela ŠOPALO, Nataša NIKOLIĆ

Autori su pružili kompletnu informaciju o postupku priključenja objekta potrošača na distributivnu mrežu. Ova pregledna informacija može da posluži kao smernica za postupanje u postupku izdavanja uslova i mlađim inženjerima angažovanih na poslovima izdavanja tehničkih uslova.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji tehnički kriterijumi se koriste pri određivanju neophodnih uslova za priključenje?
2. Kako potrošač može da bude siguran da su izdati uslovi zaista potrebni i u tehničkom i u finansijskom smislu?
3. Da li pomenuti OpenDoc sistem omogućava integraciju sa ostalim poslovnim i tehničkim funkcijama (SCADA, DMS, Billing sistem...)?

**I-5.03 OD IDEJE DO UPOTREBNE DOZVOLE (PRAKTIČNA PRIMENA PRI IZGRADNJI DISTRIBUTIVNE STANICE TS 110/35/10kV NIŠ 15 – DOLJEVAC)**

Autori: Nataša VIDANOVIĆ, Nenad MILENKOVIĆ, Lidija POPOVIĆ

U radu je opisan dijagram toka aktivnosti od planiranja do realizacije izgradnje transformatorske stanice 110/35/10kV. Autori su se fokusirali na postupak pribavljanja dokumentacije i probleme sa kojima se investitor može suočiti prilikom njenog obezbeđivanja. Za svaki dokument koji izdaje nadležni državni organ (lokacijska dozvola, građevinska dozvola, upotrebna dozvola i dr.), detaljno su opisani koraci za pribavljanje istog. Dat je spisak priloga koje je neophodno priložiti prilikom podnošenja svakog zahteva ponaosob. Prilikom izdavanja dozvola, konstatovano je da se u većini slučajeva prekoračuju rokovi propisani zakonom. Na kraju je sumiran podatak o ukupnom vremenskom trajanju celokupnog procesa. Iznete informacije mogu biti korisne budućim investitorima koji planiraju izgradnju novih transformatorskih stanica 110/XkV.

Pitanja za diskusiju:

1. U cilju ubrzanja procesa i nepotrebne naknadne izmene projektne dokumentacije, da li se aktivnosti izrade planskih dokumenata mogu realizovati pre projektovanja?
2. Na koji način tzv. „sektorski propisi" produžavaju vreme dobijanja pojedinih dozvola? Koje su to nepotrebne procedure uvedene ovim propisima?
3. Kako državni organ može investiciju učiniti neisplativom ukoliko su, Studijom opravdanosti koju je izradilo nezavisno licencirano preduzeće i pozitivnim izveštajem o izvršenoj stručnoj kontroli koji je dala Republička komisija za reviziju, precizirani svi aspekti opravdanosti i isplativosti investicije?
4. Imajući u vidu da je za potpunu eksploataciju transformatorske stanice 110/35/10kV neophodno izgraditi i rasplet vodova srednjeg napona, da li će vreme pribavljanja tih dozvola dodatno produžiti realizaciju investicije ili se sa pribavljanjem ovih dozvola mora krenuti paralelno?

**I-5.04 TRETMAN MESTA PRIKLJUČENJA NA DSEE U PROPISIMA**

Autori: Obrenko ČOLIĆ, Dragana ZEČEVIĆ

Rad je sistematski i temeljno obradio problem tretmana mesta priključenja na distributivni sistem. Detaljno je opisana i analizirana relevantna regulativa koja je bila u opticaju u poslednje dve decenije. Opisana je problematika, uočeni pojmovi, načini primene, nedostaci, prokomentarisani su svi relevantni aspekti, obuhvaćena je sva relevantna regulativa. Problem je sveobuhvatno sagledan a dati su i inostrani primeri. Uočeni su i izneti primeri neusaglašenosti u praksi. Na kraju su dati i predlozi za unapređenje ove oblasti. Predloženo je uvođenje novih pojmova: mesto priključenja na DS i priključak. Rad će svakako biti interesantan učesnicima savetovanja.

Pitanje autorima:

1. Da li je predlog uvođenja novih pojmova upućen nadležnima?

**Preferencijalna tema 3:**

**Napredne šeme distributivnih mreža radi prilagođavanja obnovljivim izvorima i električnim vozilima**

Stručni izvestilac: Saša MINIĆ, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"

U okviru ove preferencijalne teme, pristigla su 2 informacije vezane za način priključenja distributiranih izvora i 2 rada koja opisuju primenu naprednih alata vezanih za geografske informacione sisteme.

**I-5.05 PLANIRANJE I RAD DISTRIBUTIVNOG SISTEMA PRI PARALELNOM RADU 8 MALIH HIDROELEKTRANA NA 10kV NAPONSKOM NIVOU NA TP TS 35/10kV BLATNICA**

Autor: Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina

U predmetnom radu predstavljen je slučaj trafopodručja TS 35/10kV Blatnica, na kome je došlo do ekspanzije izgradnje malih hidroelektrana i prikazan je način planiranja razvoja ED mreže kako bi se na optimalan način, uz minimalna ulaganja kako elektrodistributivnog preduzeća tako i investitora izgradnje MHE, uklopio paralelni rad svih predviđenih distribuiranih generatora sa ED mrežom. Na osnovu provedenih analiza, koliko je konfiguracija raspleta 10kV DV i prostorna raspodela lokacija elektrana dozvoljavala, izvršena je raspodela MHE po dalekovodima. Koliko je bilo moguće vršena je preraspodela opterećenja po dalekovodima i predloženi radni režimi za MHE, gde je to bilo neophodno.

**I-5.06 REŠENJE SPOJA DISTRIBUIRANOG IZVORA**

Autori: Josip POPOVIĆ, Zvonimir POPOVIĆ, Dejan ĆULIBRK

U radu je opisan priključak distribuiranih izvora električne energije na srednjenaponsku mrežu. Spajanje elektrana na srednjenaponsku mrežu uslovljeno je njihovom lokacijom u odnosu na elektroenergetski sistem u njihovom okruženju. Tehničko rešenje spoja dobija se temeljnom analizom. Spoj mora osigurati optimalno korišćenje tog dela elektroenergetskog postrojenja jer srednjenaponska mreža postaje aktivna pa mogućnost pojave međusobnih nepovoljnih pogonskih prilika treba smanjiti i onemogućiti otočni pogon elektrane i mreže.

Pitanja za diskusiju:

1. Bilo bi interesantno osvrnuti se na sistem upravljanja i zaštite postojeće mreže i uklapanje distribuiranih izvora u isti, odnosno koja se selektivnost primenjuje da ne bi došlo do ostrvskog rada.
2. Da li u postojećem konzumu postoje elementi za automatizaciju srednjenaponske mreže (riklozeri, sekcioneri, lokatori kvara uvezani u neku scadu) koji povećavaju pouzdanost i ako postoje koji je uticaj i veza ovog sistema sa distribuiranim izvorima?

**R-5.07 SOFTVERSKI ALAT ZA KONVERZIJU GEOGRAFSKIH KOORDINATA IZMEĐU GAUS-KRIGEROVOG I WGS84 SISTEMA**

Autori: Milanče JEVTIĆ, Biljana BELJAKOVIĆ

U radu je detaljno opisana aplikacija kojasluži za preračun geografskih koordinata, kao i različiti scenariji upotrebeove aplikacije. Data je kraća teorijska osnova, sa odgovarajućom bibliografskomodrednicom za dalje informisanje.

Sam rad sa aplikacijom je prikazan kroz slikesa komentarima, na osnovu čega se može steći jasan uvid u mogućnosti ovogsoftverskog alata. Dat je primer masovne konverzije, kao i primer pojedinačnekonverzije koordinata. Opisani su mogući izvori podataka, što može poslužiti dase identifikuju nove primene ovog alata.

Pitanja za diskusiju:

1. Na koji način se korisnik obaveštava o eventualnim greškama prilikom konverzije koordinata?
2. Da li je moguće implementirati softverski alat kao web aplikaciju, i tako ga učiniti lakše dostupnim korisnicima?

**R-5.08 SPECIJALIZOVANI GIS MODULI I FUNKCIJE U POSLOVIMA PLANIRANJA I UPRAVLJANJA DISRIBUTIVNOM MREŽOM**

Autori: Vladimir STOJIČIĆ, Bojan LAZIĆ

U radu je prezentovano trenutno stanje GIS alata u ODS „EPS Distribucija", kao i faktori i odluke koje su dovele to toga. Data su iskustva u radu autora sa raznim modulima postojećeg GIS alata, i pouke koje su izvučene kod selekcije novih modula koji će se implementirati radi poboljšanja aktuelnog rešenja za upravljanje tehničkom dokumentacijom. Pored toga autori su dali zahteve koji postoje od strane raznih korisnika GIS podataka unutar kompanije, i kako ti zahtevi utiču na pristup odabiru načina implementacije specijalizovanih GIS modula.

Autori su dali detaljan prikaz mogućnosti novog web modula postojećeg GIS rešenja u ODS „EPS Distribucija", i načine njegove upotrebe u zavisnosti od korisnika. Naročito je ukazano na različitost scenarija upotrebe u organizacionim celinama koje se ne bave ažuriranjem tehničke dokumentacije, već je koriste u svakodnevnom radu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li implementirani specijalizovani GIS moduli podržavaju rad sa GIS podacima kroz treće aplikacije, ili zahtevaju od korisnika da za svaku GIS informaciju aktiviraju odgovarajući GIS alat? Da li je neophodno implementirati ESB infrastrukturu da bi se podaci razmenjivali između aplikacija?

2. Autori bi mogli dati kraću analizu u kojoj meri je bolje obučiti široku bazu korisnika za korišćenje GIS alata, u odnosu na razvoj specijalizovanih aplikacija za svaki scenario upotrebe.
3. Da li je za sve tipove podataka koje GIS obrađuje jasno određeno koja organizaciona celina je vlasnik tih podataka?

**Preferencijalna tema 4:**

**Smanjivanje gubitaka u distributivnoj mreži**

Stručni izvestilac: Miroslav DOČIĆ, JP EPS

I pored obimnog izučavanja oblasti gubitaka, 2 rada i jedna informacija daju doprinos analizi i načinu smanjivanja gubitaka električne energije.

**R-5.09 PRORAČUN GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORA PRENOSNOG ODNOSA 110/HkV NA KONZUMNOM PODRUČJU DP NOVI SAD**

Autori: Miroslav RADOSAVLJEV, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Nikola ĐORĐEVIĆ

Veoma je važno i za pohvalu je kad se u distributivnim organizacijama vodi računa o analizi pogonskih prilika i kad se vrši permanentno prikupljanje i analiza podataka u vezi sa pogonom distributivnog sistema uopšte. Ovaj rad daje u svom zaključku vrlo značajnu informaciju, a to je da u proračunima ukupnih gubitaka energije i snage treba koristiti dogovorenu relativnu vrednost u nivou od 0,5% umesto dosadašnjih 0,6%. Ovakav zaključak, odnosno ceo rad, otvara nova pitanja kao npr:

1. Da li ovakav zaključak, odnosno smanjenje relativne vrednosti ukupnih gubitaka može imati uticaj kod nabavki novih jedinica 110/X, odnosno da li će se novim tehničkim specifikacijama u budućnosti tražiti jedinice sa povoljnijim sopstvenim gubicima?
2. Poznato je da se ukupni distributivni gubici sastoje od tehničkih i netehničkih, a ovi tehnički od onih koji se dešavaju na transformatorima i onih koji se dešavaju na mreži. Zaključak da su relativni gubici na transformatorskim jedinicima ustvari manji od onih sa kojima se dosada kalkulisalo znači da su za tu razliku veći gubici u mrežnom delu. Kakve dalje akcije zahteva takvo razmišljanje?
3. Da li su tokom ove analize identifikovane pod opterećene transformatorske jedinice i da li je moguće izvršiti odgovarajuću pogonsku optimizaciju opterećenja sistema u celini ili nekog njegovog dela?
4. U radu su tretirane samo jedinice naponskog nivoa 110/X. Da li se slična anliza sprovodi, odnosno da li se podaci prikupljaju i za ostale jedinice koje se nalaze u sistemu?

**I-5.10 ISKUSTVA U PRIMENI MERE IZMEŠTANJA MESTA MERENJA ZA SMANJENJE KOMERCIJALNIH GUBITAKA**

Autori: Dragan MARKOVIĆ, Nikola ŠLJUKIĆ, Goran GLIGORIJEVIĆ

Ako se radi o praktičnim iskustvima u oblasti izmeštanja mesta merenja, ova informacija daje jako dobre smernice planerima distributivnih mreža. Posebno je bitna ekonomska analiza isplativosti investicije u izmeštanje mesta merenja, pri odluci o investiranju u određena područja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li postoje troškovi održavanja sistema izmeštenog mesta merenja?
2. Da li su autori vršili analizu perioda isplativosti i za druge reone TS 10/0,4kV?

**R-5.11 ANALIZA GUBITAKA OGRANAKA EPS DISTRIBUCIJA PRIMENOM STATISTIČKIH METODA**

Autori: Branislav RADOVIĆ, Nenad STANKOVIĆ

Iako je u stručnoj javnosti puno prostora posvećeno gubicima električne energije, vrlo malo je radova koji koriste statističku analizu radi izvođenja određenih zaključaka. U tom smislu, ovaj rad predstavlja značajan iskorak i predstavlja pravi put za analizu, uočavanje određenih zakonitosti i predlaganje aktivnosti koje mogu da dovedu do smanjenja gubitaka.

Rad treba shvatiti samo kao ilustratitvni primer i prvi korak u detaljnijoj analizi, jer su korelacije između određenih veličina odavno poznate. Još sedamdesetih godina prošlog veka ustanovljena je zavisnost gubitaka od kvadratnog korena raspoložive energije. Takođe, metod ekvivalentnog trajanja maksimalnih gubitaka lako je prilagoditi i na mesečni nivo, budući da su poznate i 15-minutne vrednosti raspoložive energije.

Budući da su ove vrednosti poznate, u većini zemalja se vrši procena očekivanih gubitaka na osnovu polinoma drugog stepena, što je i logično, budući da gubici u najvećoj meri zavise od stalnih gubitaka, linearne zavisnosti komercijalnih gubitaka od preuzete energije i kvadrata struje. U tom smislu, zaključak da godišnji gubici zavise od mesečnih raspona je logičan i očekivan.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se pod raspoloživom energijom računa i preuzeta energija iz prenosnog sistema i proizvodnja iz malih elektrana?
2. Diskutabilno je tretiranje gubitaka kao vremenske serije, budući da je primarna zavisnost od kvadrata 15-minutnih vrednosti snage. Kakvo je mišljenje autora po ovom pitanju?

**Preferencijalna tema 5.**

**Planiranje mreža uz uvažavanje retkih događaja i ekstremnih vremenskih uslova**

Stručni izvestilac: dr Saša ĐEKIĆ, ZP "Elektrodoboj"

**R-5.12 UPRAVLJANJE RIZICIMA OD PRIRODNIH I DRUGIH NESREĆA NA ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI KAO DIJELU KRITIČNE INFRASTRUKTURE**

Autori: Edin GARAPLIJA, Velimir STRUGAR

Autori, Edin Garaplija i Velimir Strugar, su tekst posvetili sagledavanju problematike kritične infrastrukture sa posebnim osvrtom na elektrodistributivnu mrežu kao jednom od važnih faktora kritične infrastrukture. Razmatrajući njihovu koncepcijsku zamisao uviđa se da su determinisali rizike od elementarnih nepogoda, rizike tehničke prirode i rizike iz grupe opšte bezbjednosti.

Kvantitativna i kvalitativna analiza ovih rizika po kritičnu infrastrukturu upotpunjuje zahtjevane elemente ove vrste rada. Autori rukopisa su naglasili značaj intergisanog sistema upravljanja te njegovu predominaciju posebno u oblasti zaštite i spasavanja te eventualnim kriznim situacijama u elektroenergetskoj mreži. Navođenje primjera te programskih platformi kao podršku zaštiti kritične infrastrukture oplemenjuje sadržaj rada. Ovaj osvrt na potrebu multidimenzionalnog sagledavanja elektroenergetske infrastrukture u dovoljnoj mjeri daje jedan pogled na prezentovane problemske sadržaje. Poseban značaj u radu ima ukazivanje na korišćenje savremene tehnologije tokom upravljanja rizicima na elektrodistributivnim mrežama i objektima proizvodnje i prenosa energije.

S obzirom da se hazardi po kritičnu infrastrukturu distinktivno povećavaju po raznim osnovama, a pretendentno su multivarijantni, aktuelnost rada se ne dovodi u pitanje.

1. Opšti metodološki okvir je zadovoljen.
2. Preporučuje se autorima da koriste širu literaturu i ne samo sa naših govornih područja.

**Preferencijalna tema 6:**

**Metode za planiranje i optimizaciju mreža**

Stručni izvestilac: dr Aleksandar JANJIĆ

**R-5.13. NOVI PRISTUP REKONFIGURACIJI SIMETRIČNIH RADIJALNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA, PRIMENOM METODE SIMULACIJE KALJENJA (SIMULATED ANNEALING) U SVRHU SMANJENJA GUBITAKA AKTIVNE SNAGE**

Autori: Branko STOJANOVIĆ, Tomislav RAJIĆ

U radu se opisuje primena tehnike simuliranog kaljenja na proces nalaženja optimalne konfiguracije mreže. Rad predstavlja samo kratak opis rezultata i metoda na kojima su autori radili i koje su već objavili, tako da je čitaocu malo teže da prepozna prednosti predložene metode.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori koristili i druge kriterijume za postizanje optimalne konfiguracije?
2. Koji je razlog tako dugog vremena za postizanje optimalnog rešenja, čak i za malu mrežu u test primeru?

**R-5.14. EKONOMSKA PROCENA REKONFIGURACIJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA I OTOČNE KOMPENZACIJE**

Autori: Branko STOJANOVIĆ, Tomislav RAJIĆ

U radu je predstavljen algoritam za rekonfiguraciju i otočnu kompenzaciju distributivnih mreža na bazi simuliranog kaljenja. Opisane su i ekonomski upoređene tri metode: istovremena rekonfiguracija i otočna kompenzacija; rekonfiguracija, pa zatim otočna kompenzacija i otočna kompenzacija, a onda rekonfiguracija. Zbog svoje tačnosti, autori su u istraživanju dali prednost algoritmu MATPOWER u odnosu na modifikovani efikasni algoritam tokova snaga Nahmana i Perića. Za najjeftiniju konfiguraciju mreže dobijena je ona na kojoj je prvo urađena rekonfiguracija, a zatim izvršena kompenzacija.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li problem rekonfiguracije mreže i otočne kompenzacije može biti rešavan nekom drugom heurističkom metodom?
2. Kako porast mreže (broja grana i čvorova) utiče na vreme izvršavanja algoritma kod sve tri metode?
3. Koliko bi se razlikovala tačnost proračuna kada bi se upotrebio modifikovani efikasni algoritam tokova snaga Nahmana i Perića?
4. Da su autori vršili poređenje rezultata?

**R-5.15 IZBOR OPTIMALNE LOKACIJE DISTRIBUIRANOG IZVORA ENERGIJE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI**

Autori: Jelena STOJKOVIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ

Rad predstavlja vrlo interesantan pristup odabiru lokacije distribuirane proizvodnje u distributivnoj mreži, ali sa gledišta povećanja pouzdanosti. Iako je ostrvski rad malih elektrana zabranjen, postoje vanredne situacije kada je i u distributivnoj mreži Srbije korišćeno napajanje izolovanog dela mreže, tako da ovaj rad može da ima i praktični doprinos. U radu je primenjena metoda pretraživanja svih mogućih lokacija, što znatno produžava vreme potrebno za dobijanje konačnog rešenja. Takođe, nalaženje optimalne lokacije vršeno je bez uzimanja u obzir dnevne promene opterećenja, ali predstavlja dobru osnovu za dalja istraživanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li distribuirani izvori mogu i da pogoršaju pouzdanost mreže?
2. Da li je proračun vršen i za nadzemnu mrežu, što je realniji slučaj, i da li bi to promenilo konačne rezultate?
3. Koliko vremena je potrebno za proračun optimalne lokacije sa datim parametrima mreže?

**R-5.16 OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE**

Autori: Darko ŠOŠIĆ, Predrag STEFANOV, Đorđe LAZOVIĆ

U radu se predlaže nova metoda za rekonfiguraciju distributivne mreže, bazirana na unapređenju metode osnovnih petlji, kojom se broj upravljačkihpromenljivih svodi na broj nezavisnih - osnovnih petlji mreže formiranihprema pozicijama normalno otvorenih prekidača u osnovnoj konfiguraciji. Rad je dobro organizovan, u jasnim logičkim celinama i daje lep prikaz dosadašnjih problema u rekonfiguraciji, ali primenjuje i moderne metode optimizacije (poput diferencijalne evolucije).

Rezultati jasno ukazuju da predložena metoda predstavlja unapređenje postojećih tehnika rekonfiguracije.

Pitanja za diskusiju:

1. U distributivnim mrežama, planska rekonfiguracija se retko primenjuje i bilo bi interesantno čuti mišljenje šta je tome razlog.
2. Sve pobrojane metode optimizacije uopšte ne uzimaju u obzir eksploataciona ograničenja: stanje opreme, mogućnost daljinskog upravljanja, prekide usled rekonfiguracije itd. Kako bi uvažavanje ovih ograničenja uticalo na postupak optimizacije?

**Preferencijalna tema 7:**

**Strategije za investiranje u revitalizaciju i izgradnju novih distributivnih objekata**

Stručni izvestilac: Mirko LUKOVIĆ, JP EPS

**I-5.17 PRIMENA NAPONA 20kV NA PODRUČJU OGRANKA ED JAGODINA**

Autori: Nada VRCELJ, Miloš ANĐELKOVIĆ, Nenad BELČEVIĆ, Miroslav STANKOVIĆ, Zoran VULIĆ, Jovan MAKSIMOVIĆ, Mališa ALIMPIJEVIĆ, Veselin RMANDIĆ

Rad je pregled separata odgovarajuće studije razvoja mreže u Ogranku Jagodina, koji se bavi planiranjem razvoja SN elektrodistributivne mreže i njenim prelaskom na 20kV nivo.

Velika razuđenost mreže srednjeg napona na području ED Jagodina i nivo opterećenja koji bi se imao u perspektivi su se pokazali kao osnovni preduslovi za prelazak na napajanje pod naponom 20kV na ovom području. S ozbirom da dotrajalost elemenata mreže ED Jagodina ima dominantan uticaj na pravce razvoja mreže u perspektivi i da se sa pripremom mreže za prelazak na napajanje pod naponom 20kV započelo početkom ’70-tih godina prošlog veka, i u ovom slučaju se podrazumeva da se obnova postojeće mreže i izgradnja novih elektroenergetskih objekata vrši sa izolacijom za radni napon 20kV, a da se sa primenom ovog napona započne postepeno i u trenutku kada dotrajavaju elementi viših naponskih nivoa (vodovi 35kV i transformatori X/10kV).

**R-5.18 RANGIRANJE PREDLOŽENIH INVESTICIJA U DISTRIBUTIVNU MREŽU**

Autori: Miroslav STANKOVIĆ, Saša MINIĆ, Igor BELIĆ, Vladimir JOKOVIĆ

U radu se opisuje metodologija određivanja prioriteta pri investiranju u distributivnu mrežu. Predložen je konzistentan model, baziran na količniku korist/investicija (benefit/cost). Ostvarena korist se različito tretira, u zavisnosti od razmatranog ograničenja koje treba prevazići (preopterećenje, napon, pouzdanost). Kako je predloženi rad rezultat širih studija planiranja, većina ocena data je opisno, bez konkretnog matematičkog aparata za njihovo izvođenje, što je i razumljivo, imajući u vidu ograničenja broja strana.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je vršena prethodna analiza radi određivanja redosleda investiranja po etapama (preopterećenje, napon, starost, sigurnost)? Zašto nije dat prioritet poboljšanju naponskih prilika u prvoj etapi koje bi sigurno dovele i do smanjivanja preopterećenja u drugoj etapi?
2. Da li je po mišljenju autora odnos benefit/cost dovoljno merilo za određivanje prioriteta ili su potrebni i dodatni kriterijumi (bezbednost, ekologija, socijalni kriterijum)?

**Session 5:**

**DISTRIBUTION SYSTEMS PLANNING**

Chairman: Aleksandar JANJIĆ, PhD Elektronski fakultet Niš

For Session 5, there arrived 18 papers and pieces of information, covering all 7 preferential subjects. The high level of papers and actualities of the covered topics confirmed the importance of the CIRED Liaison Committee of Serbia in the area of distribution systems planning. An overview of papers by preferential subjects, with enclosed reviews is given in the following.

**Preferential Subject 1:**

**Forecast of load and production of distributed sources**

Referee: Dragoslav JOVANOVIĆ, PhD

**R-5.01 ANALYSIS OF GREATER POWER DEMAND IN THE FOLLOWING DECADES DUE TO A SIGNIFICANTLY GROWING NUMBER OF ELECTRIC CARS**

Authors: Milko ZUBAC, Marijana SUČEVIĆ-TASIĆ

The authors gave in the paper a certain analysis of greater power demand due to a significantly growing number of electric cars. This ratio primarily refers to filling stations that may operate in regimes of slow and fast filling. The latter regime is considered to be significant peak load. Considering the use of a transducer of great capacity, an additional issue arises in reference with impeding the quality of network supply, the presence of harmonics and reactive energy. This aspect was not included in the paper. The filling station was considered as and active consumer, which in general is not completely true. However, disregarding that, the paper gives some initial and very rough analyses that may be useful for experts and relevant fields of application such as the electric power systems and electricity distribution systems.

Question for discussion:

1. Can the described system rely on the *assistance* of PV power plants, which are by nature an unreliable source of energy?

**Preferential Subject 2:**

**Distribution system requirements, technical and economic results and benchmarking**

Referee: Saša ĐEKIĆ, PhD, RC Elektrodoboj

In reference with this subject, three pieces of information were accepted on the subject of different aspects of legislation on connecting facilities to the distribution network.

**I-5.02 APPLICATION OF LEGISLATION ON DEFINING THE CONDITIONS OF CONNECTING THE USERS' FACILITIES TO THE DISTRIBUTION SYSTEM OF DSO EPS LLC BELGRADE**

Authors: Predrag MATIĆ, Slobodan KOJIĆ, Mirjana NOVAKOVIĆ, Daniela ŠOPALO, Nataša NIKOLIĆ

The authors provided complete information on the procedure of connecting the consumers' facilities to the distribution network. This overview information may serve as guidance for acting in the procedure of issuing requirements and for younger engineers involved in jobs of issuing technical requirements.

Questions for discussion:

1. What are the technical criteria used in determining the requirements for connection?
2. How can a consumer be sure that the issued requirements are indeed necessary from the technical as well as the financial aspect?
3. Does the mentioned OpenDoc system enable integration with other business and technical functions (SCADA, DMS, Billing system...)?

**I-5.03 FROM THE IDEA TO COMPLETION CERTIFICATE (PRACTICAL APPLICATION IN CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION PLANT 110/35/10kV NIŠ 15 – DOLJEVAC SUBSTATION)**

Authors: Nataša VIDANOVIĆ, Nenad MILENKOVIĆ, Lidija POPOVIĆ

The paper describes a flow diagram of activities, from planning to construction implementation of substation 110/35/10kV. The authors focus on the procedure of obtaining documentation and on the issues which the investor may have to deal with while

providing it. For each document issued by the competent state authority (site permit, construction permit, completion permit etc.), steps for providing it are described in detail. The list of documents that should be enclosed when submitting each request individually is included in the paper. It is noted that when issuing permits, the deadlines prescribed by law are in most cases exceeded. Summarised data on the overall time duration of the whole process are given at the end. Presented information may be useful to future investors who are planning construction of new substations 110/XkV.

Questions for discussion:

1. For the purpose of stepping up the process and avoiding unnecessary subsequent changes in the design documenation, can the activities in preparing the planning documents be implemented before the designing?
2. In what way do the *sectoral regulations* prolong the time for obtaining certain permits? What are the unnecessary procedures introduced by these regulations?
3. How can the state authority proclaim an investment unprofitable if, all aspects of feasibility and cost-effectiveness were precisely presented through the Feasibility study prepared by an independent licenced company and through the positive report by the Repubic revision committee on performed expert checking?
4. Taking into account that for complete operation of substation 110/35/10kV it is also necessary to construct branching of medium voltage lines, will the time required for providing such permits additionally prolong the implementation of investment, or must the process of providing such permits be done in parallel with that?

**I-5.04 REGULATIONS DEALING WITH THE POINT OF CONNECTION TO DS**

Authors: Obrenko ČOLIĆ, Dragana ZEČEVIĆ

The paper systematically and thoroughly covers the issue of treatment of point of connection to the distribution system. It describes and analyzes in detail the relevant regulations applied in the last two decades. It describes the issues, points out concepts, methods of application, defects, gives comments on all relevant aspects, and covers all relevant regulations. The issue is comprehensively analyzed, giving foreign examples as well. Examples of noncompliance are recognised and presented. At the end, proposals are given for improving these areas. Introduction of new ideas is proposed: point of connection to DS and connection. The paper will certainly be of interest to the conference participants.

Question to authors:

1. Has the proposed introduction of new concepts beed submitted to the competent authorities?

**Preferential Subject 3:**

**Advanced diagrams of distribution network for the purpose of adapting to renewable sources and electric vehicles**

Referee: Saša MINIĆ, Nikola Tesla Institute of Electrical Engineering

In the scope of this preferential subject, 2 pieces of information arrived in relation to the method of collecting distributed sources and 2 papers describing the application of advanced tools related to geographic information systems.

**I-5.05 PLANNING AND OPERATION OF DISTRIBUTED SYSTEM IN PARALLEL OPERATION OF 8 SMALL HYDRO POWER PLANTS AT 10kV VOLTAGE LEVEL IN CONSUMER AREA OF 35/10kV SUBSTATION BLATNICA**

Author: Saša ĐEKIĆ

The above paper presents the case of consumer area of 35/10kV Substation Blatnica, where there was an expansion of small hydro power plants construction, demonstrating the way of planning ED network development in order to optimally involve, with minimum investments by the electricity distribution company as well as the investor of SHP construction, parallel operation of all foreseen distributed generators with the ED network. Based on made analyses, and as much as the branching configution of 10kV power line and spatial site allocation of power plants were allowed, SHPPs were distributed by power lines. As far as possible, load redistribution by power lines was carried out and operating regimes for SHPPs were proposed, where necessary.

**I-5.06 SOLUTION OF DISTRIBUTED SOURCE CONNECTION**

Authors: Josip POPOVIĆ, Zvonimir POPOVIĆ, Dejan ĆULIBRK

The paper describes the connection of distributed electric power sources to the medium-voltage network. Connection of power plants to the medium-voltage network is depends on their location in terms of the electric power system and their environment. The technical solution of connection is obtained by thorough analysis. The connection must ensure optimal use of that part of power facility, as the the medium-voltage network becomes active so that the phenomenon of possible mutual unfavourable operating conditions should be reduced and island operation of power plant and network should be prevented.

Questions for discussion:

1. It would be interesting to take a look at the control and protection system of the existing network and the way the distributed sources fits in there, namely the applied selectivity for the purpose of preventing island operation.
2. Are there any elements in the existing consumer area for automation of the medium-voltage network (reclosers, sectioners, fault locators cross-linked into some sort of SCADA) which increase the reliability and if so, what is the impact and connection of this system with distributed sources?

**R-5.07** **SOFTWARE TOOLS FOR CONVERSION OF GEOGRAPHIC COORDINATES BETWEEN THE GAUSS-KRUGER AND WGS84 SYSTEM**

Authors: Milanče JEVTIĆ, Biljana BELJAKOVIĆ

The paper describes in detail the application which serves for recalculation of geographic coordinates, as well as the different scenarios for use of this application. A brief theoretic basis is given, with a correponding list of literature for further information.

The actual paper with application is presented through images with comments, on the basis of which one can clearly see the possibilities of this software tool. An example is given of mass conversion, as well as an example of individual conversion of coordinates. Possible sources of data are described, which may serve for identifying new applications of these tools.

Questions for discussion:

1. In what way is the user notified of possible errors made during the conversion of coordinates?
2. Is it possible to implement the software tools as a web application, and in that way make it more accessible to the users?

**R-5.08** **SPECIALISED GIS MODULES AND FUNCTIONS IN JOBS OF DISTRIBUTION NETWORK PLANNING AND CONTROL**

Authors: Vladimir STOJIČIĆ, Bojan LAZIĆ

The paper presents the current state of GIS tools at DSO EPS Distribution, as well as the factors and decisions that have led to that. It gives the authors' experience in working with some modules of the existing GIS tools, and lessons learned in selecting new modules that will be implemented for the purpose of improving the current solution for control of technical documentation. Beside that, the authors present the requests coming from various users of GIS data within the company, and how those requests affect the concept of selecting the method for implementation of specialized GIS modules.

The authors give a detailed review of the new web module possibilities concerning the existing GIS solution at DSO EPS Distribution, and the means of its application depending on the user. They particularly point out different scenarios of its use in organisational entities that are not concerned with the updating of technical documentation, but rather with its use in their daily work.

Questions for discussion:

1. Do the implemented specialized GIS modules support work with GIS data through third applications, or do they require from the users that for each GIS information they must activate a corresponding GIS tool? Is it necessary to implement the ESB infrastructure in order to share the data between the applications?
2. The authors might give a brief analysis as to which extent it is better to train a wide base of users on the use of GIS tools, compared to the development of specialized applications for each scenario of the use.
3. Has it been clearly established for all types of data processed by GIS, which organisational entity is the owner of those data?

**Preferential Subject 4:**

**Reduction of losses in the distribution network**

Referee: Miroslav DOČIĆ, PE EPS

In spite of extensive research in the area of losses, 2 papers and one piece of information contribute to the analysis and method of reducing power losses.

**R-5.09** **CALCULATION OF POWER LOSSES IN DISTRIBUTION TRANSFORMERS OF TRANSMISSION RATIO 110/H KV IN THE CONSUMER AREA OF DISTRIBUTION BRANCH NOVI SAD**

Authors: Miroslav RADOSAVLJEV, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Nikola ĐORĐEVIĆ

It is very important and praiseworthy when distribution organisations take care of analyzing the operating conditions and when there is a continuous collection and analysis of data related to distribution system operation in general. This paper gives in its conclusion very important information, which is that in calculations of total energy and power losses, the agreed relative value at the level of 0.5% should be used instead of the former 0.6%. This conclusion, and the whole paper respectively, opens new questions, such as:

1. Can this kind of conclusion, and reduction of relative values of the total losses respectively, affect the procurement of 110/X units, and will units with more favourable own losses be required in future respectively, by the new technical specification?
2. We are aware that the total distribution losses consist of technical and non-technical ones, and that the technical ones consist of those occurring in transformers and those occurring in the network. The conclusion that the relative losses in transformer units are actually smaller than those that were so far used in calculations means that losses in the network part are larger by that difference. What other actions are required based on such considerations?
3. Were any underloaded substations identified in this analysis and is it possible to make a corresponding operational optimization of the whole system loading or some of its parts?
4. The paper only deals with 110/X units. Is a similar analysis conducted and are data collected respectively, also for other units within the system?

**I-5.10** **EXPERIENCE IN APPLYING THE MEASURE OF RELOCATION OF MEASURING POINT FOR REDUCING COMMERCIAL LOSSES?**

Authors: Dragan MARKOVIĆ, Nikola ŠLJUKIĆ, Goran GLIGORIJEVIĆ

If practical experience in the area of relocation of measuring point is concerned, this information gives good guidelines to distribution network planners. Of special importance is the economic analysis of cost-effectiveness of investments in relocation of measuring point, in deciding on investing in certain regions.

Questions for discussion:

1. Are there any costs of system maintenance concerning relocated measuring point?
2. Did the authors make any analysis as to the period of cost-effectiveness related to other areas of 10/0.4kV substation, as well?

**R-5.11 ANALYSIS OF LOSSES IN EPS DISTRIBUTION SUBSIDIARIES BY APPLICATION OF STATISTICAL METHODS**

Authors: Branislav RADOVIĆ, Nenad STANKOVIĆ

Although power losses have been in the focus of many experts, very few papers use statistic analysis for drawing certain conclusions. In that respect, this paper is an important step forward presenting the proper way of analyzing, recognizing certain legal aspects and proposing activities that may lead to lower losses.

The paper should be considered as an illustrative example and as the first step in a detailed analysis, as the correlations between certain values have been long known. As early as in the seventies of the past centuries, the dependence of losses on the square root of available energy was established. It is also easy to adjust the method of equivalent duration of maximum losses also to the monthly level, as the 15-minute values of available energy are also known.

Given that these values are known, assessment of expected losses done in most countries is based on the second degree polynomial, which is logical, given that losses mostly depend on constant losses, linear dependence of commercial losses on assumed energy and current square. In that respect, the conclusion that annual losses depend on monthly spans is logical and expected.

Questions for discussion:

1. Is energy taken over from small power plants also included in available energy?
2. Considering losses as a temporal series is for discussion, given that primary dependence on the square of the 15-minute power value. What is the authors'opinion on this issue?

**Preferential Subject 5:**

**Network planning with considerations of rare events and extreme weather conditions**

Referee: Saša ĐEKIĆ, PhD, RC Elektrodoboj

**R-5.12 RISK MANAGEMENT IN CASE OF NATURAL DISASTERS AND OTHER ACCIDENTS IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK AS PART OF THE CRITICAL INFRASTRUCTURE**

Authors: Edin GARAPLIJA, Velimir STRUGAR

The authors, Edin Garaplija and Velimir Strugar, have focused their paper on the issues of critical infrastructure with special reference to the electricity distribution network as one of the major factors of critical infrastructure. By considering their conceptual idea, it is clear that they have determined the risks from natural disasters, technical types of risks and risks from the group of general security. The quantitative and qualitative analysis of these risks concerning the critical infrastructure rounds up the required elements of this type of paper. The authors of the manuscript have emphasized the importance of integrated management system as well as its predomination, particularly in the area of protection and rescue and in possible situations of crisis in the electric power network. By presenting examples and programme platforms supporting the critical infrastructural protection, gives a new dimension to the paper. This reference to the need for multidimensional recognition of the electric power infrastructure throws sufficient light on the presented issues. The emphasized use of state of the art technology for risk management in the electricity distribution networks and production and transmission plants is of special importance in the paper.

Considering that hazards in the critical infrastructure have been increasing on various grounds, and given that they are considered to be multivariant, the actuality of the paper is unquestionable.

The general methodological framework is satisfactory.

The authors are advised to use a wider range of literature, and not only from our speaking area.

**Preferential Subject 6:**

**Network planning and optimization methods**

Referee: Aleksandar JANJIĆ, PhD

**R-5.13 NEW TREND IN RECONFIGURATION OF SYMMETRICAL RADIAL DISTRIBUTION NETWORKS APPLYING THE SIMULATED ANNEALING METHOD FOR DECREASING ACTIVE POWER LOSSES**

Authors: Branko STOJANOVIĆ, Tomislav RAJIĆ

The paper describes the application of simulated annealing method in the process of obtaining an optimal network configuration. The paper only gives a brief description of the results and methods on which the authors have worked and which they have already published, so that the reader finds it rather difficult to recognise the advantages of the proposed method.

Questions for discussion:
1. Did the authors also use other criteria for achieving an optimal configuration?
2. What is the reason for such long time required for reaching the optimal solution, even for a small network in the test example?

**R-5.14 ECONOMIC ASSESSMENT OF RECONFIGURATION OF DISTRIBUTION NETWORKS AND ISLAND OPERATION**

Authors: Branko STOJANOVIĆ, Tomislav RAJIĆ

The paper presents an algorithm for reconfiguration and island compensation of distribution networks based on simulated annealing. Three methods are described and economically compared: simultaneous reconfiguration and island compensation; reconfiguration, and then island compensation and island compensation and then reconfiguration. On account of its accuracy, the authors gave in their research preference to the MATPOWER algorithm, compared to the modified efficient power flow algorithm of Nahman and Perić. The cheapest obtained network configuration was the one where reconfiguration was firstly done, and was then followed by compensation.

Questions for discussion:
1. Can the issue of network reconfiguration and island compensation be resolved by any other heuristic method?
2. How does the increased network (number of branches and nodes) affect the time of execution of algorithms in all three methods?
3. How much would the calculation accuracy differ if the modified efficient power flow algorithm of Nahman and Perić was used? Did the authors compare the results?

**R-5.15 OPTIMAL RECONFIGURATION OF DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Darko ŠOŠIĆ, Predrag STEFANOV, Đorđe LAZOVIĆ

The paper proposes a new method for distribution network reconfiguration, based on the improved basic dead eye method, osnovnih petlji, by means of which the number of control variables is reduced to the number of independent – basic dead eyes of network formed according to the positions of normally opened switches in the basic configuration. The paper is well-organised, in clear logical entities and gives a good review of the former reconfiguration issues, but also applies modern optimisataion methods (such as the differential evolution).

The results clearly point out that the proposed method is an improvement of the existing reconfiguration techniques.

Questions for discussion:
1. In the distribution networks, planning reconfiguration is rarely applied and it would be interesting to hear the reason for that.
2. Neither of the listed optimisation methods takes into account the operating limits: state of equipment, possibility of remote control, breaks due to reconfiguration, etc. How would compliance with these limitations affect the optimisation procedure?

**R-5.16 SELECTION OF OPTIMAL LOCATION OF DISTRIBUTED ENERGY SOURCE IN THE DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Jelena STOJKOVIĆ, Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ

The paper gives a very interesting approach to location selection of distributed generation in the distribution network, but from the standpoint of greater reliability. Although island operation of small power plants is prohibited, there were emergency situations even in Serbia, when an isolated part of the distribution network was supplied, and this paper can therefore be of practical use as well. The paper applies the method of browsing all possible sites, which means that it prolongs the time required for obtaining the final solution. It also needs to be said that the optimal location was searched without taking into consideration the daily changes of loading, but presents a good basis for further research.

Questions for discussion:
1. Can distributed sources jeopardise network reliability?
2. Were calculations made also for the overhead network, which is more realistic, and would that change the final results?
3. How much time is it required for calculation of optimal location with the given network parametres?

**Preferential Subject 7:**

**Strategies of investing in rehabilitation and construction of new distribution plants**

Referee: Mirko LUKOVIĆ, PE EPS

**I-5.17 APPLICATION OF 20kV VOLTAGE IN THE AREA OF ED JAGODINA SUBSIDIARY**

Authors: Nada VRCELJ, Miloš ANĐELKOVIĆ, Nenad BELČEVIĆ, Miroslav STANKOVIĆ, Zoran VULIĆ, Jovan MAKSIMOVIĆ, Mališa ALIMPIJEVIĆ, Veselin RMANDIĆ

The paper is an overview of offprints of a corresponding development study of the network within the Jagodina Subsidiary, dealing with development planning of MV electricity distribution network and its transition to the 20kV level.

Great indentation of the medium-voltage network in the area of ED Jagodina and the loading level to be expected in the perspective proved to be the basic preconditions for the transition to the 20kV voltage level in this area. Taking into consideration that the aging

state of network elements in ED Jagodina will have a dominant effect on the future development trends and that preparations in the network for transition to the 20kV voltage level began in the early 70's of last century, it is assumed in this case too, that reconstruction of the existing network and construction of new electric power plants will be carried out by means of isolation for the working voltage of 20kV, and that application of this voltage should start gradually, at the time of aging of elements at higher voltage levels (35kV lines and X/10kV transformers. ).

**R-5.18 RANKING OF PROPOSED INVESTMENTS IN THE DISTRIBUTION NETWORK**

Authors: Miroslav STANKOVIĆ, Saša MINIĆ, Igor BELIĆ, Vladimir JOKOVIĆ

The paper describes the methodology of determining priorities for investing in the distribution network. A consistent model is proposed, based on the benefit/cost quotient. The acquired benefit is differently treated, depending on the considered limitation that should be overcome (overloading, voltage, reliability). As the proposed paper is the result of wider planning surveys, most of the assessments are given descriptively, without any concrete mathematical device for its performance, which is understandable, bearing in mind the limited number of pages.

Questions for discussion:

1. Was any preliminary analysis made for the purpose of establishing the order of investment by stages određivanja redosleda investiranja po etapama (overloading, voltage, age, safety)? Why was priority not given to improving the voltage conditions in the first stage, which would have surely lead to decreasing the overloading in the second stage?
2. Do the authors believe that the benefit/cost ratio is a sufficient criterion for determining the priorities, or are any other criteria also required (security, ecology, social criterion)?

**R-5.01**

## ANALIZA RASTA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE U NAREDNIM DECENIJAMA USLED ZNAČAJNIJEG POVEĆANJA BROJA ELEKTRIČNIH AUTOMOBILA

Milko ZUBAC, Elektroprivreda Srbije, Srbija
Marijana SUČEVIĆ TASIĆ, Elektroprivreda Srbije, Srbija

Nema sumnje da je elektromobilnost neminovna i da mnoge države subvencionišu prelazak transporta na električni pogon, prvenstveno zbog ekološkog aspekta. U radu se analizira aspekt povećanja potrošnje električne energije u Srbijiu narednih nekoliko decenija, usled povećanja broja električnih automobila, koji svakim danom postaju sve zastupljeniji širom sveta. Najveći svetski automobilski brendovi ulažu ogroman novac u tehnološki razvoj, proizvodnju električnih automobila, proizvodnju baterija, povećanje kapaciteta baterija u cilju postizanja veće udaljenosti, infrastrukturu stanica za punjenje baterija, dok se malo ko osvrće na to kolika je energija potrebna za masovno korišćenje električnih automobila, kako obezbediti tu energiju, koliko je dodatno opterećenje, da li će doći do naglograsta potrošnje električne energije velikih razmera, koliko je potrebno novih instalisanih kapaciteta iz obnovljivih izvora i da li postoji toliki potencijal u obnovljivim izvorima.

**Ključne reči:** elektromobilnost, rast potrošnje, obnovljivi izvori energije.

## ANALYSIS OF ELECTRICITY CONSUMPTION GROWTH IN THE COMING DECADES DUE TO A CONSIDERABLE INCREASE IN THE NUMBER OF ELECTRIC CARS

There is no doubt that electromobility is inevitable and that many countries are subsidizing the transition of electrically powered vehicles, primarily because they are environmentaly friendly. The paper examines the aspect of increasing electricity consumption in Serbia in the next few decades, due to the increase in the number of electric cars, which are becoming increasingly frequent internationally. The world's largest automotive brands invest huge money in technological development, production of electric cars, production of batteries, battery capacity increase in order to achieve greater distances, vehicle charging stations infrastructure, while almost no one reflects on how much energy is needed for massive use of electric cars, how to provide this energy, how much additional burden is created by this, whether this will escalate large-scale electricity consumption, how much new installed capacity from renewable energy sources is needed and is there such a potential in renewable sources.

**Key words**: electromobility, electricity consumption escalation, renewable energy sources.

**I-5.02**

## PRIMENA ZAKONSKE REGULATIVE KOD DEFINISANJA USLOVA I PRIKLJUČENJA OBJEKATA KORISNIKA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM ODS „EPS DISTRIBUCIJA“ D.O.O. BEOGRAD

Predrag MATIĆ, Mirjana NOVAKOVIĆ, Daniela ŠOPALO, EPS Distribucija, Beograd,
Slobodan KOJIĆ, EPS Distribucija, Ogranak Elektrodistribucija Novi Sad, Novi Sad,
Nataša NIKOLIĆ, EPS Distribucija, Distributivno područje Kragujevac, Kragujevac, Srbija

U ovom radu je prikazan tok aktivnosti za definisanje uslova za priključenje, realizacija izgradnje priključka i priključenje objekta korisnika (izuzev elektrana) na distributivni sistem električne energije (u daljem tekstu: DSEE) ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd u upravnom postupku i u objedinjenoj proceduri, u skladu sa Zakonom o energetici, Zakonom o planiranju i izgradnji, podzakonskim aktima donetim u skladu sa ovim Zakonima, Zakonom o opštem upravnom postupku, Metodologijom za određivanje troškova priključenja na sistem za prenos i distribuciju električne energije kao i procedurama ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd.

U radu su prikazani karakteristični slučajevi definisanja priključka sa posebnim osvrtom na mesto vezivanja priključka na DSEE i mesto priključenja objekta (mesto razgraničenja odgovornosti).

Ceo tok aktivnosti od prvog obraćanja stranke, praćenja realizacije izgradnje, priključenja objekta na DSEE i aktiviranje priključka u osnovno sredstvo ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd se prati kroz softverski paket OpenDoc koji je u potpunosti razvijen u ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd.

**Ključne reči:** priključak, objedinjena procedura, odobrenje za priključenje, uslovi, OpenDoc, regulative.

## APPLIANCE OF LEGAL REGULATION WITH DEFINING TERMS AND CONNECTION OF USER’S INSTALLATION TO THE DISTRIBUTIVE SYSTEM DSO “EPS DISTRIBUCIJA” D.O.O. BELGRADE

This paper shows a flow of actions for defining terms for connection, realisation of construction of connection, and connection of user’s installation (apart from power plants) to the electrical distributive system DSO “EPS Distribucija” d.o.o. Belgrade in the administrative procedure, and in the unified procedure (ePermit system), with respect to the Law of Energetics, Law of Planning and construction, by-law acts brought with respects to these Laws, Law of general administrative procedure, Methodology for defining expenses of connection to the system of transfer and distribution of electrical energy, as with internal procedures of DSO “EPS Distribucija” d.o.o. Belgrade.

Paper shows characteristic cases with defining connection with special insight on the connection’s attachment place to the electrical distributive system and connection installation place (place of delimitation of responsibility).

Whole flow of actions, from the first client’s appeal, followed with realisation of construction, connection of installation to the electrical distributive system and activation of connection to the asset of DSO “EPS Distribucija” d.o.o. Belgrade is being monitored through a software package OpenDoc whick is fully developed in DSO “EPS Distribucija” d.o.o. Belgrade.

**Key words:** connection, unified procedure, approbation to connect, terms, OpenDoc, regulation.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**I-5.03**

## ОД ИДЕЈЕ ДО УПОТРЕБНЕ ДОЗВОЛЕ (ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА ПРИ ИЗГРАДЊИ ДИСТРИБУТИВНЕ СТАНИЦЕ ТС 110/35/10kV НИШ 15 – ДОЉЕВАЦ)
## OD IDEJE DO UPOTREBNE DOZVOLE (PRAKTIČNA PRIMENA PRI IZGRADNJI DISTRIBUTIVNE STANICE TS 110/35/10kV NIŠ 15 – DOLJEVAC)

Nataša VIDANOVIĆ, Nenad MILENKOVIĆ, Lidija POPOVIĆ
ODS „EPS DISTRIBUCIJA“ Beograd, Srbija

У раду су представљени кораци од планирања и припреме до реализације, као и практична примена Законске регулативе Републике Србије при изградњи дистрибутивне станице 110/35/10kV. Највећи осврт дат је на најдужи процес приликом изградње објеката, прикупљање свих потребних докумената, као и активности предузете на прилагођавању истих, променом законске регулативе Републике Србије, насталих током реализације пројекта. Недореченост и недостаци у законској регулативи Републике Србије омогућиле су надлежним институцијама да на себи својствен начун тумаче и поступају по свом нахођењу, отежавајући инвеститору брже извршење и одлагање завршетка пројекта. Појашњавајући сву проблематику током свих фаза реализације пројекта, будућим инвеститорима олакшало би пут до завршетка изградње дистрибутивних трансформаторских станица напонског нивоа 110/XkV, њиховог пуштања у погон и даљу експлоатацију.

**Кључне речи:** Законска регулатива, Недореченост, Одлагање, Употребна дозвола.

**FROM IDEA TO USE PERMIT (PRACTICAL APPLICATION DURING THE CONSTRUCTION OF DISTRIBUTION STATION TS 110/35/10 KV NIS 15 – DOLJEVAC)**

This paper presents the steps of planning and preparation to realization, as well as the practical application of legislation of the Republic of Serbia in the construction of the distribution station 110/35/10kV. The greatest emphasis was on the longest process during the construction of the building, gathering all the necessary documents, as well as actions taken in adapting the same, changes in legislation of the Republic of Serbia, arisen during the project implementation. Impairments and disadvantages in the Serbian legislation have allowed competent institutions to interpret and act in their own way in their own discretion, making it more difficult for the investor to execute and delay the completion of the project. Explaining all issues arising during all stages of project realization to future investors will make it easier to complete the construction of 110/XkV voltage distribution transformer stations, their engaging and further exploitation.

**Key words:** legislation, undetermined, postponing, usuage permit.

**I-5.04**

**TRETMAN MESTA PRIKLJUČENJA NA DISTRIBUTIVNI SISTEM U PROPISIMA**

Obrenko ČOLIĆ, "EPS Distribucija" d.o.o. Beograd, Sektor za planiranje i investicije Novi Sad, Republika Srbija
Dragana ZEČEVIĆ, JP Elektroprivreda Srbije", TC Novi Sad, Odsek za tehničke usluge Pančevo, Republika Srbija

Planiranje razvoja distributivnog sistema električne energije (u daljem tekstu: DS) kruto je spregnuto sa planiranjem priključenja novih objekata kojima treba obezbediti kvalitetnu isporuku električne energije. U Zakonu o energetici Republike Srbije je definisan pojam DS, pa se čini da su granice DS potpuno jasno određene. Zranic između DS i prenosnog sistema može se reći da je to savim tačno, ali je granica između DS i instalacije objekta koji treba da bude priključen na DS posredno definisana preko pojmova „mesto priključenja“ i „priključak“. Pravilno i nedvosmisleno definisanje mesta priključenja je veoma važno, jerse u odnosu na tu tačku definiše razgraničenje prava, obaveza i odgovornosti između operatora DS i korisnika, kako u procesu pripreme, projektovanja i izgradnje elektroenergetskih objekata i instalacija, tako i u procesu njihove eksploatacije, odnosno razmene električne energije između DS i instalacije objekta korisnika. Takva praksa se primenjuje kako u domaćim propisima, tako i u propisima drugih zemalja. Stoga je potpuno logično što je u Zakonu o energetici navedeno da operator DS mora u odobrenju za priključenje precizno definisati mesto priključenja. S druge strane, u Zakonu je data opšta definicija pojma priključka, koja ostavlja prostor za različite interpretacije. Ovo uzrokuje nesporazume između pojedinih učesnika u procesu planiranja priključenja novih objekatana DS. Dodatni razlog za nesporazume je korišćenje i nekih drugih pojmova, kako u propisima, tako i u zvaničnoj i nezvaničnoj komunikaciji između učesnika predmetnom procesu, kojima se definišurazgraničenja pojedinih prava, obaveza i odgovornosti. U radu je dat prikaz definisanja pojmova mesta priključenja i priključka u važećim i prethodnim domaćim propisima, propisima nekih drugih zemalja, sa ciljem da se ukaže na uzroke tih nesporazuma. U zaključku je dat predlog kako da se takvo stanje poboljša.

**Ključne reči**: mesto priključenja, priključak na distributivni sistem.

**TREATMENT THE POINT OF CONNECTION TO DISTRIBUTION SYSTEM IN REGULATIONS**

The planning of the development of electricity distribution system (hereinafter: DS) is solidly coupled with the planning of connection of new facilities to ensure the quality delivery of electricity. The Energy Law of the Republic of Serbia defines the term of

DS, so it seems that the boundaries of the DS are clearly defined. If the boundary between the DS and the transmission system can be said to be clear, the boundary between the DS and the installation of the object to be connected to the DS is indirectly defined through the terms "point of connection" and "connection". Proper and unambiguous definition of the point of connection is very important, because in relation to this point rights, obligations and responsibilities between DS operator and system user is defined, both in the process of preparation, design and construction of electric power facilities and installations, as well as in the process of their exploitation and electricity of exchange. Such practice is applied both in domestic regulations and in regulations of other countries. It is therefore logical that in the Energy Law is defined that the DS operator must define the connection location precisely in the connection approval, but on the other hand, the Law gives the general term of connection, which leaves space for different interpretations, which causes misunderstandings between individual participants in the process of planning the connection of new facilities to the DS. An additional reason for the misunderstanding is the use of some other terms in the regulations which are used to define the delimitation of certain rights, obligations and responsibilities. The paper gives an overview of the definitions of the terms of the point of connection and the connection in the valid and previous regulations the Republic of Serbia and regulations of some other countries, with the aim of pointing out the causes of these misunderstandings and as a suggestion how to improve this situation.

**Keywords:** point of connection, renewable sources, distributed generation, voltage control.

**I-5.05**

## PLANIRANJE I RAD DISTRIBUTIVNOG SISTEMA PRIPARALELNOM RADU 8 MALIH HIDROELEKTRANA NA 10kV NAPONSKOM NIVOU NA TP TS 35/10kV BLATNICA

Saša ĐEKIĆ, ZP ”Elektro Doboj” a.d. Doboj, Bosna i Hercegovina

Elektrodistributivno područje ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj obuhvata područje 9 opština. Opština Teslić locirana je jugozapadno od Grada Doboja i karakteristična je po pripadajućem brdsko-planinskom području. Krajnji jugozapadni i južni dijelovi opštine nalaze se na nadmorskoj visini iznad 1000m, zbog čega je predmetno područje popularno za izgradnju MHE. U predmetnom radu dat je prikaz analize rada elektrodistributivnog sistema ZP „Elektro Doboj“ a.d. Doboj na trafopodručju „Blatnica“, pri paralelnom radu 8 MHE priključenih na 10kV raspletu sa TS 35/10kV Blatnica.

**Ključne reči:** uticaj priključenja, male hidroelektrane.

## PLANNING AND WORKS OF DISTRIBUTION SYSTEM IN PARALLEL WORK 8 SMALL HYDROPOWER PLANTS AT THE 10kV VOLTAGE LEVEL ON THE SUBSTATION 35/10kV BLATNICA

Electric power distribution area of ZP "Elektro Doboj" a.d. Doboj area includes 9 municipalities. The municipality of Teslić is located southwest of the City of Doboj and is characterized by hilly and mountain areas. The ultimate southwestern and southern parts of the municipality are located at an altitude above 1000 m, making it a popular subject area for construction of SHPPs. In the present paper, it is shown the analysis of the work of ZP "Elektro Doboj" ad Doboj's distribution system for the substation area "Blatnica" during the parallel operation of 8 SHPPs connected to 10kV feeders from the substation 35/10kV Blatnica.

**Keywords:** connection influence, small hydropower plants.

**I-5.06**

## REŠENJE SPOJA DISTRIBUIRANOG IZVORA

Josip POPOVIĆ, Zvonimir POPOVIĆ, Dejan ĆULIBRK
HEP Operator distribucijskog sustava, Elektra Bjelovar, Hrvatska / *Croatia*

U radu je opisan priključak distribuiranih izvora električne energije na srednjenaponsku mrežu. Spajanje elektrana na srednjenaponsku mrežu uvjetovano je njihovom lokacijom u odnosu na elektroenergetski sistem u njihovom okruženju. Tehničko rešenje spoja dobiva se temeljitom analizom. Spoj mora osigurati optimalno korištenje tog dela elektroenergetskog postrojenja jer srednjenaponska mreža postaje aktivna pa mogućnost pojave međusobnih nepovoljnih pogonskih prilika treba smanjiti i onemogućiti otočni pogon elektrane i mreže. Geotermalna elektrana spojena je na 35kV mrežu, a bioplinska na 10kV mrežu.

**Ključne reči:** Distribuirani izvor električne energije, geotermalna elektrana, bioplinska elektrana, optimiranje priključka na mrežu.

**OPTIMAL CONNECTION OF A DISTRIBUTED POWER SOURCE**

This paper describes the connection of distributed power sources to the médium-voltage network. Connecting power plants to the médium-voltage network is conditioned by their location in relation to the power system in their surrounding. Detail analysis precedes the technical solution of the power plant connection. The connection should be placed in orded to ensure the optimum usage of this part of the power grid since the medium-voltage network becomes active. The possibility for the fault occurence is therefore greater, so all unwanted states must be reduced including island operation of power plants. A geothermal power plant is connected to a 35kV network and a biogás power plant to a 10kV network.

**Key words:** distributed energy source, geotermal power plant, biogás power plant, optimal connection to grid.

**R-5.07**

**SOFTVERSKI ALAT ZA KONVERZIJU GEOGRAFSKIH KOORDINATA IZMEĐU GAUS-KRIGEROVOG I WGS84 SISTEMA**

Milanče JEVTIĆ, Biljana BELJAKOVIĆ
ODS EPS Distribucija DP Kragujevac, Srbija

Savremene informacione tehnologije sve više podrazumevaju mogućnost geografskog referenciranja objekata koji su predmet određene oblasti rada. Na primeru elektrodistributivnog sistema, georeferenciranja se najviše odnose na objekte elektrodistributivne mreže, prvenstveno na trafostanice, a onda i na druge tačkaste EEO (stubove, reklozere, priključke...). Različiti informacioni sistemi čije se funkcionalnosti odnose i na georeferenciranje koriste i različite formate prikaza geografskih koordinata, tako da se može pojaviti potreba za konverzijom iz jednog u drugi željeni format, odnosno transformacijom iz jednog u drugi sistem. Za ovu namenu već postoje neke aplikacije, ali ovaj rad (koji je nastao kombinacijom raznih algoritama u više koraka) omogućuje kako pojedinačnu (unosom sa tastature), tako i masovnu konverziju već uskladištenih podataka (iz jedne tabele baze podataka u drugu). Proistekao je iz potrebe za konverzijom postojećih podatka iz geografiskog IS-a GinisED u bazu podataka za softverski paket za obradu dokumenata planske energetike (OpenDoc).

**Ključne reči:** geografske koordinate, konverzija, Gaus-Kriger sistem, sistem WGS84, softverski alat.

**SOFTWARE TOOL FOR CONVERSION OF GEOGRAPHIC COORDINATE BETWEEN GAUS-KRIGER AND WGS84 SYSTEM**

Modern information technologies increasingly include the possibility of geographical referencing of objects that are the subject of a certain field of work. In the case of an electro-distribution system, georeferencing mostly relates to the facilities of the electricity distribution network, primarily to substations, and then to other point EEO (poles, reclosers, connections ...). Different information systems whose functionality relates to georeferencing also use different geo-coordinate display formats so that the need for conversion can occur from one preferred format to another, ie for transformation from one system to another. There are already some applications for this purpose, but this work (created by a combination of various multi-step algorithms) enables both individual (keyboard input) and mass conversion of already stored data (from one database table to another). It evolved from the need to convert existing data from the Geographic IS GinisED to the database for the software package for processing planning documents (OpenDoc).

**Key words:** geographical coordinates, conversion, ***Gauss***–Krüger system, system WGS84, software tool.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## SPECIJALIZOVANI GIS MODULI I FUNKCIJE U POSLOVIMA PLANIRANJA I UPRAVLJANJA DISRIBUTIVNOM MREŽOM

Vladimir STOJIČIĆ, Bojan LAZIĆ
PD "EPS Distribucija", d.o.o. Beograd, Srbija

Postojeća specijalizovana GIS rešenja samo delimično pokrivaju potrebe poslovnih procesa planiranja, investicija, upravljanja itd. i to isključivo u smislu uvida u podatke o postojećoj mreži, bez mogućnosti unosa podataka o planiranim radovima na mreži. Takođe, u mnogim službama se godinama unazad kao jedini softverski alat za geografski prikaz mreže koristio AutoCAD koji nije namenski softver za ovu svrhu jer ne podržava višekorisnički istovremeni rad. Crteži su podeljeni po teritorijama i korisnicima, ne postoji mogućnost jedinstvenog pregleda, pretrage, unosa i analize, kao ni povezivanje ucrtanih objekata sa tehničkim podacima iz drugih baza i slično. Zbog toga je bio neophodan razvoj specijalizovanih GIS modula za planiranje mreže kao i specijalizovanih GIS modula za upravljanje distributivnom mrežom. Potrebe poslovnih procesa i nadležnih organizacionih jedinica za odgovarajućim geografskim prikazom mreže podrazumevale su u planiranju pregledan prikaz za potrebe planiranja mreže, zatim izdavanja Uslova za projektovanje i priključenje, Odobrenja za priključenje kao i izrade skica planiranih radova na mreži za potrebe pisanja Projektnih zadataka. Bila je potrebna i mogućnost brzog sagledavanja mrežne topologije i analiza postojećeg i planiranog stanja, kao i do tada izdatih Uslova i Odobrenja za priključenje.Takođe bilo je potrebno voditi evidenciju o „roku važnosti" planiranih radova na mreži na bazi izdatih akata nadležnih organa dobijenih putem sistema „E-dozvola" kao i planiranje uklapanja novih TS u postojeću mrežu, planiranje nove mreže i novih priključaka. Takođe, potrebe zaposlenih u Odseku za upravljanje su pokazale neophodnost međusobnog uvida u informacije o mreži koje unose obe organizacione celine. Bilo je neophodno obezbediti mogućnost više prikaza mreže (detaljan, pregledni i sinoptički). Takođe u radu su obrađeni i nepohodni uslovi za unapređenje funkcionisanja GIS u utility kompaniji kao što su integracija sa ostalim IS, postojanje GIS structure, kao i mapiranje mreže i korišćenje mobilnih GIS i GNSS tehnologija i bespilotnih sistema.

**Ključne reči:** GIS, E-dozvola, Planiranje, Upravljanje, integracija, mobile GIS, utility.

## SPECIALIZED GIS MODULES AND FUNCTIONS IN PLANNING AND SYSTEM OPERATING OF DISTRIBUTION NETWORK

Existing specialized GIS solutions only partially cover the needs of business planning, investment, management, etc. and only in terms of insight into the data of the existing network, without the possibility of entering data on planned works on the network. Also, in many departements, for years, as the only software tool for the network mapping AutoCad was used. AutoCAD was not dedicated software for this purpose, as it does not support multi-user concurrent work. The drawings are divided by territories and users, there is no possibility of a single review, search, input and analysis, or linking of drawn objects with technical data from other bases and the like. Therefore, it was necessary to develop specialized GIS network planning modules as well as specialized GIS modules for managing the distribution network. The needs of business processes and relevant organizational units for the appropriate geographic display of the network involved planning a detailed view for the needs of network planning, then issuing the Locations conditions, Approvals for Connection as well as drawing up sketches of planned works on the network for writing Project Tasks. It was also necessary to quickly examine the network topology and analyze the existing and planned condition, as well as the then issued Terms and Approvals for connection. Also, it was necessary to keep a record of the "expire date" of the planned work on the network on the basis of the issued acts of the competent authorities obtained through the E-permit system, as well as planning the integration of new TSs into the existing network, planning a new network and new service points. Also, the needs of the employees in the Department of network operating showed the necessity of mutual insight into information about network data edit by both organizational units. It was necessary to provide the possibility of multiple displays of the network (detailed, transparent and synaptic). The paper also examines the necessary conditions for improving the functioning of GIS in utility companies such as integration with other IS, the existence of a GIS structure, as well as network mapping and the use of mobile GIS and GNSS technologies and UAS.

.

**Keywords**: GIS, E-License, Planning, integration, mobile GIS, UAS, UAV, GNSS.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-5.09**

# ПРОРАЧУН ГУБИТАКА ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДИСТРИБУТИВНИХ ТРАНСФОРМАТОРА ПРЕНОСНОГ ОДНОСА 110/xkV НА КОНЗУМНОМ ПОДРУЧЈУ ДП НОВИ САД
# PRORAČUN GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE DISTRIBUTIVNIH TRANSFORMATORA PRENOSNOG ODNOSA 110/HkV NA KONZUMNOM PODRUČJU DP NOVI SAD

Мирослав РАДОСАВЉЕВ, Сектор за управљање ДЕЕС Нови Сад, ОДС ЕПС Дистрибуција,
Јелена МИЛОСАВЉЕВИЋ, Сектор за оперативну енергетику Београд, ОДС ЕПС Дистрибуција,
Никола ЂОРЂЕВИЋ, Сектор за подршку тржишту и смањење губитака Краљево, ОДС ЕПС Дистрибуција

У раду су предложене нове релативне вредности укупних губитка електричне енергије за дистрибутивне трансформаторе преносног односа 110/xkV на конзумном подручју ДП Нови Сад.

Поред укупних губитака електричне енергије приказане су и вредности губитака електричне енергије у бакру и гвожђуза све дистрибутивне трансформаторе преносног односа 110/xkV за период од 2008. до 2017. године.

За потребе прорачуна губитака електричне енергије дистрибутивних трансформатора преносног односа 110/xkV потребно је познавати податке трансформатора из испитних листова као и временску расподелу оптерећења у току посматраног периода односно време трајања вршних губитака.

Подаци трансформатора из испитних листова потребни за прорачун губитака су губици снаге у бакру ($P_{Cu}$) и губици снаге у гвожђу ($P_{Fe}$).

Времена трајања вршних губитака одређена су статистичком обрадом података о активним и реактивним петнаестоминутним снагама за посматрани период од 2008. до 2017. године. Подаци о петнаестоминутним вредностима снага забележени су на мерним уређајима APEC.

**Кључне речи**: губици енергије, губици у бакру, губици у гвожђу, време трајања вршних губитака, дистрибутивни трансформатори 110/xkV

# CALCULATION OF ENERGY LOSSES IN DISTRIBUTION TRANSFORMERS OF 110/XkV TRANSMISSION RATIO ON THE CONSUMER AREA OF DP NOVI SAD

Miroslav RADOSAVLJEV, Sektor za upravljanje DEES Novi Sad, ODS EPS Distribucija, Novi Sad,
Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Sektor za operativnu energetiku Beograd, ODS EPS Distribucija,
Nikola ĐORĐEVIĆ, Sektor za podršku tržištu i smanjenje gubitaka Kraljevo, ODS EPS Distribucija, 5, Kraljevo, Serbia

In the paper, new relative values of total energy losses for distributiontransformers 110/xkV in the consumption area of the DP Novi Sad are proposed.

In addition to the total energy losses, the values of energy losses in copper and iron for all distribution transformers 110/xkV for the period from 2008 to 2017 are also shown.

For the purposes of calculating the energy losses of 110/xkV distribution transformers, it is necessary to know the data of the transformer from test report as well as the time distribution of the load during the observed period, i.e. the duration of the peak losses ().

The transformer test report values needed to calculate energy losses are power losses in copper ($P_{Cu}$) and power losses in iron ($P_{Fe}$).

The duration of peak losses was determined by statistical processing of data of active and reactive fifteen-minute power for the observed period from 2008 to 2017. Data of fifteen-minute power values were recorded on measuring devices ARES.

**Key words**: energy losses, copper losses, iron losses, peak losses, distributiontransformers 110/xkV.

**I-5.10**

## ISKUSTVA U PRIMENI MERE IZMEŠTANJA MESTA MERENJA ZA SMANJENJE KOMERCIJALNIH GUBITAKA

Dragan MARKOVIĆ, Nikola ŠLJUKIĆ, Goran GLIGORIJEVIĆ
ODS EPS Distribucija – ogranak Požarevac, Srbija

Gubici snage i električne energije su neminovna posledica prenosa električne energije od mesta proizvodnje do mesta potrošnje. Zbog toga se njihovom praćenju, merenju i izračunavanju dugo posvećuje značajna pažnja. Gubici energije mogu da iznose desetak, pa i više procenata u odnosu na preuzetu električnu energiju nekog konzumnog područja (u radu se analizira reon TS 10/0,4kV). Iz tog razloga se preduzimaju mere za njihovo smanjenje.

Analiza obuhvata prećenje podataka o protoku električne energije kroz TS 10/0,4kV gradskog konzumnog područja sa pretežno individualnom gradnjom bez daljinskog grejanja. Takođe u radu su prezentovana i pokazatelji za tehno – ekonosku analizu na osnovu merenja i računanja pre i posle izmeštanja mesta merenja kod kupaca.

U radu su prikazani protoci električne energije u posmatranoj trafo oblasti, kao i potrošnja kod svih kupaca pre i posle izmeštanja mernih mesta za period od godinu dana.

Dati su ukupni troškovi upotrebljenog materijala i rada za ovu aktivnost.

Iz svega prezentovanog uz različite koristi koje se postižu na ovaj način (lakše i brže očitavanje, bolja i efikasnija kontrola kupaca itd.) kao zaključak se nameće konkretan benefit u finansijskom pogledu u odnosu na uložena sredstva i vreme za koje se ona isplati.

**Ključne reči:** Komercijalni gubici, izmešteno mesto merenja, benefit.

## EXPERIENCE IN APPLICATION OF DISPLACEMENT OF MEASURING POINTS FOR THE PURPOSE OF REDUCTION OF COMMERCIAL LOSS

Power and electricity losses are an inevitable consequence of the transmission of electricity from the place of production to the place of consumption. Therefore, considerable attention is paid to their monitoring, measuring and calculation. Energy loss may amount to a dozen or even higher percentage in comparison to the electricity taken from a certain consumable area (this refers to the area of the transformer station 10/0,4kV). For this reason, various measures are taken in order to reduce them. The analysis includes monitoring of the data on the electricity consumption of the transformer station 10/0.4kV in the urban consumption area without remote heating. Moreover, technical and economic indicators are presented on the basis of data before and after the activity of displacing measuring points among customers. The paper analyzes the electricity consumption in the observed power transformer area, as well as the consumption of all customers before and after the displacement of measuring points for a period of one year, with particular reference to the total costs of the used material and the labor costs for this activity. From all the presented data, given the different benefits that are achieved in this way (easier and faster reading, better and more precise control of customers, etc.), it may be concluded that there is a concrete benefit in terms of financial resources in relation to the invested funds and the time for which it will become profitable.

**Keywords:** commercial loss, benefits, displacement of measuring unnits.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-5.11**

## ANALIZA GUBITAKA OGRANAKA EPS DISTRIBUCIJA PRIMENOM STATISTIČKIH METODA

Branislav RADOVIĆ, Nenad STANKOVIĆ

Razdvajanjem delatnosti isporuke električne energije od snabdevanja i osnivanjem operatora distributivnog sistem, gubici električne energije postaju predmet posebnih razmatranja. Gubici direktno utiču na smanjenje troškova i povećanje neto prihoda od

pristupa distributivnom sistemu. Brojni faktori utiču na gubitke električne energije i njihova složena međuzavisnost otežava kvantifikaciju uticaja svakog faktora pojedinačno. Cilj ovog rada je da se gubici razmatraju primenom statističkih metoda. Polazni podaci su raspoloživa godišnja i mesečna energija i isporučena enrgije po mesecima za svaki ogranak kao vremenska serija u periodu od 2008 do 2017. Analiziran je dugoročni trend promene godišnjih gubitaka. Primenom regresione analize ispitaće se postojanje statistički linerane korelacije promene mesečnih gubitaka sa promenom raspoložive energije za svaki ogranak. Ocena reprezentativnosti regresionog modela za svaki ogranak utvrdiće se na osnovu koeficijenta detreminacije. Detaljno je analizirana funkcija procenta mesečih gubitaka u godini za tri godine. Pretpostvaljena je i ispitana hipoteza da je procenat godišnjih gubitaka u pozitivnoj linernoj korelaciji sa rasponom procenta mesečnih gubitaka. Ispitana je statistička značajost koeficijenta regresije primenom Studentovog T-testa. Rezultati rada će omogućiti da se ogranci rangiraju i grupišu po različitim kriterijumima. Dat je predlog za način ocene kvaliteta očitavanja mernih mesta. Rezultati analize mogu se koristiti i primenjivati kod dugoročnih i kratkoročnih sagledavanja problematike gubitaka, kao i u oceni rezultata planiranja gubitaka ogranaka. Puna upotrebljivost rezultata analize je u kombinaciji sa rezultatima primene metoda za utvrđivanje godišnjih i mesečnih tehničkih gubitaka električne energije. Predloženi su pravci narednih istraživanja.

**Ključne reči**: gubici električne enrgije, regresiona analiza, koeficijent determinacije, t-test.

## THE ANALYSIS OF LOSSES OF BRANCHES OF EPS DISTRIBUCIJA BY APPLICATION OF STATISTICAL METHODS

By unbundling of the activity of electrical delivery from supply, as well as by establishing the distribution system operator, electrical losses become the subject of special considerations. The losses directly influence on reducing the costs and increasing the net income from access to distribution system. Numerous factors influence on electrical losses, but their complex interdependence makes it difficult to quantify the influence of each factor individually. The aim of this paper is to consider the losses by application of statistical methods. Starting data are available annual and monthly energy and annual losses and the losses per month for each branch as time series. The long-term trend of change in annual losses has been analysed. The existence of a statistically linear correlation of the change in monthly losses with the change of available energy has been examined using the regression analysis for each branch. The assessment of representativeness of regression model for each branch will be determined on tha basis of coefficient of determination.The function of the percentage of monthly losses in years was analyzed in detail for three years for each branch. The hypothesis that the percentage of annual losses is in a positive linear correlation with the range of monthly loss rates is assumed. Statistical significance of regression coefficient has been tested by the application of Student's t-test. The result of the paper enable that the branches to be ranked according to different criteria. The proposal for a method for assessing the quality of reading measuring device on an annual basis has been explained. The results of the analysis can be used and applied in long-term and short-term perception of issues of losses, as well as in the assessment of results of planning the losses of the branches. The full usefulness of the results of the analysis is combined with the results of the application of methods for determining the annual and monthly technical electrical losses. The directions of further research are proposed.

**Key words**: electrical losses, regression analysis, coefficient ofdetermination, t-test.

**R-5.12**

## UPRAVLJANJE RIZICIMA OD PRIRODNIH I DRUGIH NESREĆA NA ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI KAO DIJELU KRITIČNE INFRASTRUKTURE

Edin GARAPLIJA, Institut za upravljanje rizicima INZA Beograd, Srbija
Velimir STRUGAR, Elektroprivreda Crne Gore AD Nikšić, Crna Gora

Globalne klimatske promjene su u poslednjim desetljećima bitno uticale na sigurnost elektrodistributivne mreže kao dijela kritične infrastrukture, kako na nacionalnom tako i na međunarodnom nivou. Svjedoci smo učestalih prekida prenosa električne energije uslijed prirodnih, tehničko-tehnoloških i drugih nesreća, u koje ubrajamo poplave, požare, zemljotrese, klizišta, orkanske vjetrove, mrazeve. Također, sve su prisutnije i globalne prijetnje od terorizma i sabotaže koji mogu značajno uticati na živote i zdravlje stanovništva, lokalnu ekonomiju i životnu sredinu. Ovakvi uticaji mogu reprodukovati nemir, strah i paniku u zajednici te mogu uticati na njen društveno-politički život. Upotreba modernih tehnologija i 3D GIS modela integrisanog pristupa identifikaciji, analizi i vrednovanju rizika, omogućava nam maksimalni preventivni pristup, ali i jačanje kapaciteta spremnosti i odgovora. Perspektiva ovakvog inovativnog pristupa je u permanentnom jačanju specijalističkih upravljačkih i operativnih kadrova kao nosilaca razvoja integrisanog sistema zaštite i spasavanja, te upravljanja rizicima na kritičnoj infrastrukturi.

**Ključne reči:** rizik, kritična infrastruktura, integrisani sistem, inovativna tehnologija, 3D GIS modeliranje.

## NATURAL AND OTHER DISASTERS RISK MANAGEMENT IN THE ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK AS PART OF THE CRITICAL INFRASTRUCTURE

Global climate change in the last decades has an important impact on the security of power distribution networks as part of critical infrastructure, on nationally and internationally level. We are witnessing frequent interruptions of electricity transmission due to natural, technical-technological and other accidents involving floods, fires, earthquakes, lendslides, storms, frosts. Also, there are more and more global threats of terrorism and sabotage that can have a significant impact on the lives and health of the population, the local economy and the environment. Such impacts may reproduce discomfort, fear and panic in the community and may affect its social and political life. The use of modern technologies and 3D GIS models of integrated approach to identification, analysis and risk assessment, enable maximum preventive approach as well as capacity building of readiness and responsiveness. The perspectives of such an innovative approach are the permanent strengthening of specialist management and operational staff as the mainstay of the integrated protection and rescue system, and risk management on critical infrastructure.

**Key words:** risk, critical infrastructure, integrated system, innovative technology, 3D GIS modeling.

**R-5.13**

## NOVI PRISTUP REKONFIGURACIJI SIMETRIČNIH RADIJALNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA, PRIMENOM METODE SIMULACIJE KALJENJA (SIMULATED ANNEALING) U SVRHU SMANJENJA GUBITAKA AKTIVNE SNAGE

Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar,
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija

Rekonfiguracija mreže se vrši promenom statusa komutacione opreme (prekidači i rastavljači) uglavnom iz dva razloga: smanjenja gubitaka aktivne snage i simetriranja opterećenja vodova i privlači pažnju distributivnih inžinjera već duže vremena. U ovom radu prikazana je metoda za smanjenje gubitaka aktivne snage. Pretraživanje izgenerisanih konfiguracija mreže vrši se algoritmom simuliranog kaljenja. Kao pomoć pretraživanju program za proveru povezanosti energetskog sistema sa nametnutim ograničenjem radijalnosti je razvijen i pojačan novim efikasnim algoritmom tokova snaga. Primenjeni efikasni algoritam tokova snaga je efikasan i brz ali može poslužiti samo kao indikacija zbog nedovoljne tačnosti metode. Na kraju algoritma potrebno je pustiti precizni efikasni algoritam tokova snaga da bi se tačno odredili gubici. Analiziran je numerički primer Barana i Wua. Razvijeni metod konvergira ka globalnom optimumu za numerički primer. Vreme egzekucije programa je reda sati i ne zavisi od brzine unošenja podataka za efikasni algoritam tokova snaga. Ova prednost čini metodu privlačnom kako u fazi planiranja tako i kod primene u realnom vremenu.

Glavni doprinos ove metode je novi pristup koji koristi najviše sledeće mehanizme: matricu za proveru povezanosti sistema, kriterijum Lavorato et al. za nametanje ograničenja radijalnosti i novi efikasni algoritam tokova snaga kombinovan sa preciznim za tačno sračunavanje gubitaka.

**Ključne reči:** konfiguracija mreže, gubici aktivne snage, povezanost, radijalna konfiguracija, efikasni algoritam tokova snaga, simulirano kaljenje.

## NOVEL APPROACH TO RECONFIGURATION POWER LOSS REDUCTION PROBLEM BY SIMULATED ANNEALING TECHNIQUE

The network reconfiguration is done by changing the status of the switches, mainly for two reasons: an active power loss reduction and load balancing attracting the attention of distribution engineers for quite a long period of time. In this article solving method for the active power loss reduction is given. Searching for the relevant radial configurations is done by a simulated annealing technique. To aid the search, a programme for checking the connectivity of the power system, with imposed radiality constraint, is presented enhanced by a new approximate power flow method. The applied power flow programme is very efficient and fast but can be used only as an indication for the loss estimation because of the insufficient method accuracy. At the end of algorithm it is necessary to run efficient power flow programme to determine the real situation concerning the loss reduction. A numerical example for Baran and Wu network is analyzed. The developed method converges to the global optimum given in a numerical example. The time duration of the used method is of an hour order and does not depend on the fast manipulation of incoming data files. This advantage makes the method interesting in the planning stage as well as the application in real time.

Main contribution of this paper is a novel approach which exploits mostly the following mechanisms: network connectivity checking matrix, Lavorato et al. criterion for imposing radiality constraint and efficient power flow algorithm combined with precise power flow for exact loss calculation.

**Key words:** network configuration, active power loss, connectivity, radial configuration,power flow algorithm, simulated annealing.

**R-5.14**

## EKONOMSKA PROCENA REKONFIGURACIJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA I OTOČNE KOMPENZACIJE

Branko STOJANOVIĆ, Tehnički opitni centar,
Tomislav RAJIĆ, Elektrotehnički fakultet, Srbija

Ovaj rad se bavi rekonfiguracijom trofaznih simetričnih radijalnih distributivnih mreža i otočnom kompenzacijom. Primenjena metoda iznalazi globalni optimum ili rešenje njemu blisko. Optimalna rekonfiguracija i otočna kompenzacija omogućavaju ekonomičan i pouzdan rad mreže smanjujući aktivne gubitke i poboljšavajući naponsku sliku. Tri metode zasnovane na simuliranom kaljenju (simulated annealing) su prezentovane i ekonomski upoređene (istovremena rekonfiguracija i otočna kompenzacija, rekonfiguracija pa naknadno otočna kompenzacija i na kraju otočna kompenzacija nakon koje je primenjena rekonfiguracija). Ekonomska analiza je sprovedena na mreži Barana i Wua i orginalna je u dosadašnjoj literature a funkcija cilja se sastoji od cene kondenzatorskih baterija koje su instalirane i cene gubitaka u mreži dok je trošak električne energije zanemaren. Program za proveru povezanosti energetskog sistema sa nametnutim ograničenjem radijalnosti je razvijen i pojačan novim efikasnim algoritmom tokova snaga. Primenjeni algoritam tokova snaga je efikasan i brz, ali može poslužiti samo kao indikacija za sračunavanje gubitaka zbog nedovoljne tačnosti. Vreme programa za istovremenu rekonfiguraciju i otočnu kompenzaciju je reda sati i ne zavisi od postupka pripreme ulaznih podataka kod efikasnog algoritma tokova snaga. Ova prednost čini metodu interesantnom kako u fazi planiranja tako i kod primene u realnom vremenu.

Glavni doprinos ovog rada je novi pristup koji najviše koristi sledeće mehanizme: matricu za proveru konektivnosti mreže, kriterijum Lavorato et al. za nametanje ograničenja radijalnosti i novi razvijeni efikasni algoritam tokova snaga.

**Ključne reči:** cena kondenzatorskih baterija, gubici aktivne snage, konektivnost, radijalna konfiguracija, efikasni algoritam tokova snaga, simulirano kaljenje.

## ECONOMIC ASSESSMENT OF DISTRIBUTION NETWORK RECONFIGURATION AND CAPACITOR SWITCHING

This study presents approach to feeder reconfiguration and capacitor settings. The merit of the methods is that they can prove a global or near-global optimum. Optimal reconfiguration and capacitors control allow cost-effective and reliable operation of networks, reducing power losses and flattening voltage profile. Three methods based on SA are presented and compared economically (simultaneous reconfiguration and capacitors switching, reconfiguration and then capacitors switching and eventually capacitors switching and then reconfiguration). Cost-effective analyses conducted on Baran and Wu network is unique and objective function consists of capacitors and losses price while neglecting cost of energy. A programme for checking the connectivity of the power system, with imposed radiality constraint, is presented enhanced by a new approximate power flow method. The applied power flow programme is very efficient and fast but can be used only as an indication for the loss estimation because of the insufficient method accuracy. The time duration of simultaneous reconfiguration and capacitors switching method is of an hour order and does not depend on the fast manipulation of incoming data files. This advantage makes the method interesting in the planning stage as well as the application in real time.

Main contribution of this paper is a novel approach which exploits mostly the following mechanisms: network connectivity checking matrix, Lavorato et al. criterion for imposing radiality constraint and efficient new power flow algorithm.

**Key words:** capacitor cost, active power loss, connectivity, radial configuration, power flow algorithm, simulated annealing.

## IZBOR OPTIMALNE LOKACIJE DISTRIBUIRANOG IZVORA ENERGIJE U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI

Jelena STOJKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Srbija
Jelisaveta KRSTIVOJEVIĆ, Elektrotehnički fakultet – Univerzitet u Beogradu, Srbija

U ovom radu će se analizirati izbor optimalne lokacije distribuiranog izvora energije sa aspekta povećanja pouzdanosti isporuke električne energije. Kriterijumska funkcija, na osnovu koje se vrši izbor optimalne lokacije distribuiranog izvora, baziraće se na minimizaciji pokazatelja *SAIDI* (*System Average Interruption Duration Index*) koji predstavlja prosečno trajanje dugotrajnih prekida napajanja potrošača tokom analiziranog perioda. Osim toga, u kriterijumskoj funkciji će biti uzeta u obzir i minimizacija pokazatelja *AENS* (*Average Energy Not Supplied*), koji daje vrednost prosečne neisporučene električne energije u analiziranom području. Kriterijumska funkcija je korelisana sa neisporučenom električnom energijom koja predstavlja trošak za operatora distributivnog sistema. Cilj rada je da ukaže na optimalnu lokaciju, odnosno značaj prostorne koordinate pri planiranju distribuiranih izvora na nivou distributivne mreže. U radu će biti prikazan optimizacioni algoritam, a njegov rad će biti verifikovan na IEEE test sistemu distributivne mreže.

**Ključne reči:** pouzdanost, optimizacija, obnovljivi izvori energije, planiranje.

## OPTIMAL LOCATION OF THE DISTRIBUTED ENERGY SOURCE IN THE DISTRIBUTION NETWORK

This paper will analyze the selection of the optimal location of the distributed energy source that is the best from the aspect of reliability improvement. Selection of optimal location of the distributed energy source is based on the criterion function which includes minimization of *SAIDI* (*System Average Interruption Duration Index*), which refers to the average duration of long-term interruptions of consumer supply during the analyzed period. In addition, the criterion function will also take into account the minimization of *AENS* (*Average Energy Not Supplied*) indicators, which gives the value of the average energy not supplied by the system in the analyzed area. The criterion function is correlated with unsupplied electricity that represents the cost for the distribution system operator. The aim of the paper is to analyze the optimal location and to point out the importance of spatial coordinates in the planning of distributed sources at the distribution network level. The paper will include optimization algorithm which will be verified on the IEEE test system of the distribution network.

**Key words:** reliability, optimization, renewable energy sources, planning.



## OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Darko ŠOŠIĆ, Predrag STEFANOV, Đorđe LAZOVIĆ
Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet, Srbija

Rekonfiguracija distributivne mreže predstavlja proces promene topologije pojedinih izvoda otvaranjem i zatvaranjem sekcionih i poveznih prekidača. Cilj rekonfiguracije je poboljšanje pojedinih karakteristika distributivne mreže. Najčešći ciljevi rekonfiguracije predstavlja smanjivanje gubitaka aktivne snage, smanjivanje ukupnog pada napona, balansiranje potrošnje, poboljšavanje parametara pouzdanosti i slični kriterijumi. Poboljšanja karakteristika mogu da se odnose na kraći ili na duži period razmatranog vremena. Pored zadovoljavanja postavljenih kriterijuma neophodno je da zadovoljiti sva pogonska ograničenja. Pod ovim se smatraju termalna ograničenja svih grana distributivne mreže (vodovi, kablovi, transformatori), dozvoljeni padovi napona, povezanost mreže, kao i zadovoljenje uslova radijalnosti. Ovako postavljen problem spada u grupu nelinearnih nediferencijabilnih optimizacionih

problema sa ograničenjima čije upravljačke promenljive mogu da uzimaju samo celobrojen vrednosti. U literaturi, za rešavanje ovog problema, je moguće naći tri različita pristupa. Prvi pristup se zasniva na upotrebi matematičkih metoda optimizacije i najmanje se upotrebljava. Drugu grupu sačinjavaju heurističke metode koje su brzo dolaze do rešenja, ali to rešenje najčešće predstavlja lokalni optimum. U treću grupu spadaju metode koje se zasnivaju na upotrebi veštačke inteligencije. Najbolji pristup iz treće grupe predstavlja upotreba metaheurističkih metoda optimizacije. Kod metaheurističkog pristupa postojale su dve metode za rešavanje posmatranog problema. U prvu grupu spada binarno kodiranje svih grana i rad sa velikim brojem upravljačkih promenljivih. Najčešće upotrebljavana metoda za rešavanje problema rekonfiguracije iz ove grupe je genetski algoritam. Primenom koncepta osnovnih petlji, drugi pristup, znatno je poboljšan mehanizam pretraživanja i omogućena je upotreba drugih metaheurističkih algoritama. Pored svojih dobrih osobina, metoda osnovnih petlji ima i nedostatke koji se ogledaju u mogućnosti formiranja upetljane i ne povezane mreže. U ovom radu će biti prikazana poboljšana metoda osnovnih petlji čiji je osnovni zadatak da eliminiše mogućnost formiranja upetljane i ne povezane mreže. Sva testiranja će biti prikazana na standardnoj simetričnoj IEEE 33 test distributivnoj mreži.

**Ključne reči:** distributivna mreža, rekonfiguracija, optimizacija.

## OPTIMAL RECONFIGURATION OF THE DISTRIBUTION NETWORK

Reconfiguration of the distribution network represents the process of changing the topology of network by opening and closing the sectionalizing and tie switches. The goal of reconfiguration is to improve the individual characteristics of the distribution network. The most common goals of reconfiguration are reduction of active power losses, reduction of total voltage drop, balance of consumption, improvement of reliability parameters and similar criteria. Improvements to the characteristics may relate to shorter or longer periods of considered time. In addition to satisfying the set criteria function, optimal solution must to satisfy all constraints. These include thermal limitations of all branches of the distribution network (lines, cables and transformers), permitted voltage drops, and network interconnection, as well as the satisfaction of radial structure of the network.This problem belongs to the group of integer nonlinear non-differential optimization problem with constraints. In the literature it is possible to find three different approaches for solving the problem of distribution network reconfiguration. The first approach is based on the use of mathematical optimization methods and is at least used. The second group consists of heuristic methods that quickly come to the solution, but this solution is usually the local optimum. The third group includes methods based on the use of artificial intelligence. The best approach from the third group is the use of metaheuristic optimization methods.In the metaheuristic approach, there were two methods for solving the mentioned problem. The first group includes binary coding of all branches, and work with a large number of control variables. The most commonly used method for solving the reconfiguration problem in this group is the genetic algorithm. Using the concept of fundamental loops, the second approach, the search mechanism has been significantly improved and the uses of other metaheuristic algorithms are enabled. In addition to its good qualities, the fundamental loop method also has its own drawbacks that are reflected in the ability to forming mesh and unconnected network.In this paper, an improved fundamental loop method will be shown, whose basic task is to eliminate the possibility of forming a meshed and unconnected network. All tests will be performed on the standard symmetric IEEE 33 test distribution network.

**Keywords:** distribution network, reconfiguration, optimization.

**I-5.17**

## PRIMENA NAPONA 20kV NA PODRUČJU OGRANKA ED JAGODINA

Nada VRCELJ, Miloš ANĐELKOVIĆ, Nenad BELČEVIĆ, Miroslav STANKOVIĆ,
Elektrotehnički Institut "Nikola Tesla" a.d. Beograd,
Zoran VULIĆ, Jovan MAKSIMOVIĆ, Mališa ALIMPIJEVIĆ, Veselin RMANDIĆ,
"ODS EPS Distribucija" Ogranak Jagodina, Srbija

Više studija dugoročnog razvoja, koje su periodično rađene u nekoliko decenija unazad, je pokazalo da je na području Jagodine, Svilajnca i Rekovca, zbog topologije postojeće mreže 10kV, ekonomičnije da se napajanje potrošača vrši pod naponom 20kV. Iz tog razloga je i vrlo visok procenat elemenata mreže na ovom području projektovan za radni napon 20kV.

Međutim, zbog dotrajalosti elektrodistributivne mreže svih naponskih nivoa i potrebe da se ona obnovi, poslednjom studijom dugoročnog razvoja su ipak analizirane dve mogućnosti razvoja – da se u perspektivi ostane na napajanju pod naponom 10kV i da kompletan konzum pređe na napajanje pod naponom 20kV. Analize su vršene za period razvoja do 2035. godine.

Pokazalo se da bi se u varijanti 10kV imale niže ukupne investicije, ali bi se imali značajno viši gubici u mreži, kao i potreba da se odmah iza 2035. godine ulažu dodatna sredstva da bi se obezbedila neophodna sigurnost u napajanju. Manipulativnost u mreži bi,

pri napajanju pod naponom 20kV, bila veća i problemi sa niskim naponom bi bili rešeni na duže vreme. Detaljna razrada razvoja mreže na posmatranom području je rađena za varijantu 20kV.

Zbog dotrajavanja mreže 35kV i velikog broja energetskih transformatora X/10kV, kao i vrlo visoke cene njihovog obnavljanja, kao ekonomičnije rešenje se pokazao prelazak na napajanje kompletnog konzuma na ovom području već do kraja 2026. godine.

Na vangradskom području mreža je zbog razuđenosti uglavnom obnavljana i po potrebi "pojačavana" da bi se imala odgovarajuća sigurnost napajanja i da bi naponi bili u dozvoljenim granicama. Pri formiranju rešenja za gradsku mrežu, težilo se čistim koncepcijama, a smernice za razvoj su bile u skladu sa dogovorom koji je postignut sa nadležnima iz Ogranaka Jagodina (kablove koji dotrajavaju ne treba obnavljati, a po potrebi formirati nove, kraće veze 20kV).

**Ključne reči**: elektrodistributivna mreža, napon 20kV, dugoročno planiranje razvoja, ED Jagodina.

**USE OF 20kV VOLTAGE IN THE ED DEPARTMENT IN JAGODINA**

Several long-term development studies, which were periodically performed over the past few decades, showed that in the area of Jagodina, Svilajnac and Rekovac, due to the topology of the existing 10kV network, it is more economical for consumers to be supplied via 20kV voltage network. For this reason, a very high percentage of network elements in this area are designed for voltage 20kV.

However, due to the worsening of the electrical distribution network elements of all voltage levels and the need to renew them, last performed study analyzed two possible network developments - to remain on the power supply at voltage of 10kV in the future, and that the total consumption goes to the power supply at 20kV voltage. The development period until 2035 was considered.

The analysis showed that 10kV variant would have lower total investments, but with significantly higher losses in the network, as well as the need to invest additional funds immediately after 2035. The network manipulation, in the case of power supply via 20kV voltage, would be higher and problems with low voltage would be solved for a longer period of time. A detailed network development in the observed area was made for the 20kV variant.

Due to the obsolescence of the 35kV network and the large number of X / 10kV power transformers, as well as the very high price of their renewal, it was concluded that the most economical solution, is to transfer the entire consumption in this area to 20kV voltage, until the end of 2026.

In the rural area, the network has already been largely renewed and, if necessary, "enhanced" due to dissolution, in order to have adequate security of supply and that the voltages would be within the allowed limits. When forming a solution for the city network, it tended to be clean concepts, and the development guidelines were in line with an agreement reached with the authorities from the Jagodina Branch (the cables that will obsolete would not be renewed, and if necessary, new, shorter 20kV connections would be proposed).

**Key words**: power distribution network, voltage 20 kV, long-term development planning, ED Jagodina.

**RANGIRANJE PREDLOŽENIH INVESTICIJA U DISTRIBUTIVNU MREŽU**

Miroslav STANKOVIĆ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd, Srbija
Saša MINIĆ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd, Srbija
Igor BELIĆ, Elektrotehnički Institut „Nikola Tesla“ a.d. Beograd, Srbija
Vladimir JOKOVIĆ, JP „Elektroprivreda Srbije“ Beograd, Srbija

Prilikom izrada studija dugoročnog planiranja, ali i studija kratkoročnog i srednjoročnog planiranja razvoja distributivne mreže naponskog nivoa 10-110kV, predlaže se niz investicija koje je neophodno realizovati kako bi čitav distributivni konzum funkcionisao u tehnički dozvoljenim granicama u svakoj etapi planskog perioda. Uzimajući u obzir da su ograničena sredstava koje je potrebno odvojiti i investirati u distributivnu mrežu u svakoj etapi perspektivnog perioda, potrebno je izvršiti odabir onih investicija koje je neophodno realizovati kako bi se ispunili tehnički kriterijumi, odnosno, izvršiti rangiranje (ponderisanje) investicija kako bi se izdvojile one sa najvećim prioritetom.

Metoda rangiranja investicija koja se predlaže je indeksna. Sve investicije koje je potrebno realizovati do kraja perspektivnog perioda mogu se podeliti u četiri grupe: investicije u cilju rasterećenja preopterećenih elemenata, investicije u cilju ispunjenja naponskih kriterijuma, investicije u zamenu dotrajalih elemenata i investicije u cilju ispunjenja kriterijuma sigurnosti „n-1“. Za svaku grupu investicija formirana je metodologija na osnovu koje se proračunavaju ponderi koji su osnov za rangiranje.

U zavisnosti od etape razvoja u kojoj se analiziraju predložene investicije, svaka od grupa dobija svoj prioritet u odnosu na ostale tri grupe. Ovo može da znači da jedna grupa investicija ima veći stepen prioriteta u realizaciji od druge grupe investicija u prvom petogodišnjem periodu, a da nakon toga do kraja planskog perioda menja svoj prioritet, odnosno druga grupa investicija dobija veći prioritet u odnosu na prvu grupu investicija.

Što se tiče samih investicija u okviru neke od četiri pomenute grupe, sve ih možemo podeliti na investicije u vodove (nadzemne i kablovske) i investicije u energetske transformatore. Bez obzira o kojem elementu distributivne mreže se radi, u istoj grupi investicija, neophodno je formirati jedinstven ponder koji će u analiziranoj etapi razvoja odrediti stepen prioriteta svake investicije u grupi.

Na opisan način, u zavisnosti od raspoloživih materijalnih sredstava, moguće je u svakoj etapi razvoja planskog perioda izdvojiti investicije sa najvećim prioritetom koje je potrebno realizovati.

**Ključne reči**: elektrodistributivna mreža, investicije, rangiranje, planiranje razvoja.

**INVESTMENTS RANKING IN DISTRIBUTION GRID**

During the preparation of long-term planning studies, as well as the short- and medium-term planning studies for the development of the distribution network for the voltage level of 10-110kV, a number of proposed investments are required to be implemented, so that the entire distribution system operates in technically permissible limits at each stage of the planning period. Given the limited resources that need to be allocated and invested in the distribution network at each stage of the perspective period, it is necessary to select the investments that need to be realized in order to meet the technical criteria, in other words to carry out the ranking (weighting) of investments in order to single out those with the highest priority.

Proposed methodology for ranking investments is based on index calculation. All investments that need to be realized by the end of the perspective period can be divided into four groups: investments in order to relieve overloaded elements, investments in order to meet voltage criteria, investments in replacement of worn-out elements and investments in order to fulfill the safety criteria "n-1". For each investment group, a methodology based on weighting factors for ranking. has been formed.

Depending on the development stage in which the proposed investments are analyzed, each group receives its priority over the other three groups.This may mean that one group of investments has a higher priority in the implementation than the second group in the first five-year period, and after that, till the end of the planning period, it changes its priority, meaning that the second group of investments gets a higher priority than the firstone.

As far as investments are considered within one of the four mentioned groups, we can divide them all into investment in lines (overhead and cable) and investments in power transformers. Regardless the element of the distribution network in question, in the same investment group, it is necessary to create a unique weighting factor that will determine the degree of priority of each investment in the group at the analyzed stage of development.

In the described way, depending on the available material resources, it is possible to single out the investments with the highest priority that need to be realized at each stage of the development of the planning period.

**Key words**: power distribution network, investments, ranking, development planning.

**Izveštaj STK 6**

**Studijski Komitet 6**

**Tržište električne energije i deregulacija**

Predsednik komisije: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Članovi komisije i stručni izvestioci:

- Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd,
- Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd
- Dr Savo DJUKIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

**U predviđenom roku za prijem radova i nakon razmatranja od strane recenzenata i stručnih izvestilaca, prihvaćeno je 14 radova u skladu sa preferencijalnim temama iz poziva za pisanje referata:**

1. Otvaranje tržišta električne energije i deregulacija elektroprivrede u regionu.
2. Metodologije regulacije i iskustva u primeni.
3. Iskustva u radu tržišta električne energije, snabdevači i modeli isporuke potrošačima.
4. Smart Grid rešenja u konkurentnim uslovima otvorenog tržišta.

**Članovi komisije su izvrsili recenzije prijavljenih referata i u nastavku su data zapažanja, komentari i pitanja autorima za diskusiju na savetovanju.**

**R-6.01 NOVA ULOGA ODS NA TRANZICIONOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Autori: Bratislav DŽOMBIĆ, JP Elektroprivreda Srbije,
Milica BRKIĆ VUKOVLJAK, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

Stručni izvestilac: Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Da li sadašnji pravni okvir u Srbiji omogućava rad agregatora potrošnje, kao i priključenje i rad skladišta električne energije i stanica za elektromobilnost i ukoliko ne omogućava koji se važeći propisi (npr. zakoni, pravila o radu, uputstva, metodologije, itd.) moraju promeniti?
2. U praksi pomoćne usluge pružaju samo korisnici prenosnog sistema. Koji korisnici distributivnog sistema mogu u budućnosti pružati pomoćne usluge i koje usluge? U tom slučaju, koje se nove aktivnosti mogu očekivati u okviru saradnje operatora prenosnog i distributivnog sistema?

**R-6.02 ODNOS OPERATORA ZATVORENOG DISTRIBUTIVNOG SISTEMA SA DRUGIM UČESNICIMA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Autori: Jadranka JANJANIN, EMS AD Beograd,
Milan DANILOVIĆ, JP EPS Ogranak EPS Snabdevanje, Srbija

Stručni izvestilac: Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je broj licenciranih operatora zatvorenog distributivnog sistema u Srbiji i koliko potencijalnih operatora je započelo postupak licenciranja? Da li su već licencirani operatori zatvorenog distributivnog sistema doneli odgovarajuća pravila o radu i ostale zakonom predviđene odluke i metodologije?
2. Da li je započet proces preuzimanja zatvorenih distributivnih sistema čiji su se vlasnici izjasnili da neće da obavljaju ovu delatnost od strane teritorijalno nadležnog operatora distributivnog sistema? Da li postoje zakonski rokovi u kojima se ovo preuzimanje mora realizovati?
3. Da li postojeći pravni okvir omogućava da krajnji kupci priključeni na zatvoreni distributivni sistema zaista mogu da promene snabdevača ili je za praktičnu realizaciju neophodna izrada i usvajanje dodatnih pravila, uputstava i procedura?

**R-6.03 MOGUĆNOSTI POVEĆANJA EFIKASNOSTI REGULISANIH DELATNOSTI EPS GRUPE UNAPREĐENJEM REGULATORNOG OKVIRA**

Autori: Vladimir ŠILJKUT, JP EPS, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Ljiljana MITRUŠIĆ, JP EPS, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd

Pitanje za diskusiju:

1. Stručni izvestilac će postaviti pitanja na sesiji.

**R-6.04 UGOVORI O EKSPLOATACIJI IZMEĐU OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA I OPERATORA PRENOSNOG SISTEMA**

Autori: Dragan KARANOVIĆ, Vesna ŠNAJDEROV, Slavenko DAVIDOVIĆ, Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije", Beograd, Srbija

Stručni izvestilac: Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je EMS kao operator prenosnog sistema zaključio ugovore o eksploataciji sa drugim korisnicima prenosnog sistema (krajnjim kupcima, proizvođačima, operatorima zatvorenog distributivnog sistema)? Ukoliko jeste, u kojoj meri se ti ugovori razlikuju od onih potpisanih sa operatorom distributivnog sistema i koje su glavne razlike?
2. Sa povećanim brojem obnovljivih izvora priključenih na distributivni sistem, javljaju se pogonske situacije kada se menja uobičajeni tok električne energije i električna energije teče iz distributivnog u prenosni sistem. Koliko često se dešavaju ova pogonska stanja u prenosnom sistemu Srbije (u kojim transformatorskim stanicama i kolika je ta energija npr. na godišnjem nivou)? Da li su i ove situacije pokrivene ugovorom o eksploataciji ili nekim drugim ugovorima ili pravilima?

**R-6.05 ENERGETSKO SIROMAŠTVO U SRBIJI I UČEŠĆE KUPACA KOJI SE SVRSTAVAJU U KATEGORIJU ENERGETSKI SIROMAŠNIH U ODNOSU NA STRUKTURU POTROŠNJE NA KONZUMNOM PODRUČJU GRADA BEOGRADA**

Autori: Željko MARKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Deloitte d.o.o. Beograd, Jelena STEVIĆ, Operator distributivnog sistema „EPS distribucija" d.o.o. Beograd, Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Beograd, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd

Pitanje za diskusiju:

1. Stručni izvestilac će postaviti pitanja na sesiji.

**R-6.06 REZERVNO SNABDEVANJE KAO POSLEDICA OTVARANJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI U PERIODU 2014-2017 GODINA**

Autori: Zoran JEREMIĆ, Milena RADIVOJEVIĆ, Milanko MIROSAVLJEVIĆ, JP EPS Ogranak EPS Snabdevanje, Goran MILIĆ, DIGIT, Srbija

Stručni izvestilac: Mr Vladimir JANKOVIĆ, EMS, Beograd

Pitanja za diskusiju:

1. Zakonom je propisano da rezervno snabdevanje može trajati neprekidno najduže 60 dana. Na osnovu dosadašnjih iskustava da li je potrebno menjati ovaj rok, i ako je odgovor pozitivan dati razloge za promenu.
2. Autori predlažu da se smanji broj slučajeva kada kupci imaju pravo na rezervno snabdevanje samo na dva slučaja (stečaj i bankrot trenutnog snabdevača). Na koji način bi se onda regulisalo snabdevanje kupaca za ostale slučajeve propisane zakonom o energetici kada kupci takođe imaju pravo na rezervno snabdevanje?
3. Da li je rađena analiza za koliko bi se smanjio broj malih kupaca ako bi se usvojio predlog autora o promeni definicije malih kupaca?

**R-6.07 ANALIZA NETO PRIHODA OD PRISTUPA DISTRIBUTIVNOM SISTEMU EPS DISTRIBUCIJE D.O.O. BEOGRAD PO OGRANCIMA U AP VOJVODINI**

Autori: Dr Snežana RADUKIĆ, Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet,
Msc Milana RADOVIĆ, Eps Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Gordan TANIĆ, Agencija za Energetiku Republike Srbije, Beograd

Pitanje za diskusiju:

1. Stručni izvestilac će postaviti pitanja na sesiji.

**R-6.08 ADMS FUNKCIONALNOSTI KROZ PROJEKAT "PAMETAN GRAD" U OGRANKU "ED NOVI SAD"**

Autori: Milica POROBIĆ, Slobodan MILIVOJEV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Gordana JOVANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Branislav BOGDANOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Ratko ROGAN, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Rad na vrlo sadržajan i kvalitetan način opisuje iskustvo implementacije jednog realnog ADMS sistema, kao osnovice razvoja projekta "Pametan grad" u Novom Sadu.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su bili glavni problemi prilikom realizacije prve faze ADMS sistema, odnosno SCADA funkcionalnosti upravljanja objektima na srednjem naponu?
2. Koliko sistem komunikacija utiče na efikasnost daljinskog upravljanja?
3. Da li je realno izvodljivo mapiranje krajnjih potrošača u dva sistema BTE i ADMS, s obzirom na izmene koje dnevno nastaju na obe strane, odnosno koliko nivo netačnosti utiče na kvalitet proračuna?
4. Koliki je stepen raspoloživosti merenja vrednosti struje kvara putem mikroprocesorske zaštite?

**R-6.09 MERE ZA SMANJENJE EMISIJE $CO_2$ NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU DP NOVI SAD**

Autori: Ratko ROGAN, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Milica POROBIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Miroslav RADOSAVLJEV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Rad prikazuje pozitivne efekte uvodjenja automatizacije i naprednih softverskih rešenja (ADMS) za pametno upravljanje srednjenaponske mreže u DP Novi Sad, posebno u vidu pouzdanosti i smanjenja gubitaka, sa konkretnim rezutatima i pokazateljima.

Pitanja za diskusiju:

1. S obzirom da povećanje automatizacije srednjenaponske mreže očigledno povećava pouzdanost snabdevanja i smanjuje vreme bez napajanja, koliki stepen automatizacije se dugoročno planira u DP Novi Sad?
2. Da li se primena optimizacije uklopnog stanja srednjenaponske mreže planira u širim oblastima DP Novi Sad, s obzirom na pozitivne efekte opisane u radu na primeru u Žablju?
3. Koje aktivnosti na smanjenju netehničkih gubitaka po mišljenju autora daju najefektivnije rezultate?

**R-6.10 JASNE ZAKONSKE ODREDBE PREDUSLOV ZA ZADOVOLJNOG KUPCA**

Autori: Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Bogoljub RADULOVIĆ, Dragan TUNGUZ, Marko BREBERINA, ODS EPS Distribucija, Beograd, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Rad objasnjava aktuelne probleme i inicira potrebne promena zakonskih okvira, koje će poboljšati uređenost odnosa u oblasti ravnopravnosti učesnika na tržištu i njihovog zadovoljstva.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je autoru poznata praksa susednih zemalja u slučaju neočitane potrošnje?
2. S obzirom da autor vrlo argumentovano predlaže izmene u oblasti neočitane potrošnje, da li je o novom pristupu već bilo razgovora u nadležnim organima i da li se najavljuju izmene regulative?
3. Da li autor može da proceni efekat uvodjenja novog rešenja na smanjenje finansijskih gubitaka koje sada trpi ODS?

**R-6.11 ANALIZA RADA PRI POSTUPKU PROMENE SNABDEVAČA I PREDLOG ZA POBOLJŠANJE**

Autori: Branislav RADOVIĆ, Slobodan STOJKOV, Srbija

Stručni izvestilac: Dr Nenad KATIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

U radu je opisan postupak promene snabdevača, identifikovani su glavni problemi koji se pojavljuju u tom postupku i dati su predlozi da se uočene teškoće u radu otklone.

Pitanja za diskusiju:

1. S obzirom da je jednostavnost, efikasnost i transparentnost postupka promene snabdevača, jedan od fundamenta otvorenog i slobodnog tržišta električne energije, koliko je po mišljenju autora sadašnja procedura usaglašena sa principima otvorenog tržišta?
2. Kakva je praksa susednih zemalja u ovoj oblasti, odnosno da li su postigli efikasne procedure za promene snabdevača?
3. Da li su predlozi koje autori iznose ušli u procese razmatranja u ODS-u i EPS-u, odnosno kakva su očekivanja u mogućnostima poboljšanja procedura promene snabdevača?

**R-6.12 NOVI PODSTICAJI ZA POSTIZANJE CILJEVA NACIONALNOG AKCIONOG PLANA ZA KORIŠĆENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE**

Autori: Vladimir ĐORĐEVIĆ, JP EPS, Beograd, Aleksandar JANJIĆ, Elektronski fakultet, Niš, Andrija VUKAŠINOVIĆ, PD EPS Distribucija, Beograd, Zoran MANASIJEVIĆ, EINT, Beograd, Srbija

Stručni recenzent: Dr Savo DJUKIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su posledice neispunjavanja obaveza primene (u definisanim rokovima) evropskih direktiva u oblasti obnovljivih izvora energije?
2. Da li bi i kako novi model podsticanja izgradnje objekata za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora uticao na izgradnju objekata drugih vrsta obnovljivih izvora energije (različitih od hidroelektrana snaga većih od 10MW)?
3. Da li autori smatraju da je jedan od dva predložena pristupa (modifikacija postojeceg modela podsticanja/novi model podsticanja) prihvatljiviji, uvažavajući aspekat potrebnih izmena u regulativi i mogućnost implementacije istih?

**R-6.13 UTICAJ PRIKLJUČENJA DISTRIBUTIVNIH ELEKTRANA NA RAD DISTRIBUTIVNOG SISTEMA**

Autori: Biljana TRIVIĆ, Aca VUČKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Srbija

Stručni recenzent: Dr Savo DJUKIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Koji bi iznos (apsolutni ili relativni) električne energije prenete iz distributivnog u prenosni sistem autori smatrali opravdanim za definisanje operatora prenosnog sistema kao korisnika distributivnog sistema? Kada bi se mogao, shodno trendu izgradnje i priključenja objekata za proizvodnju električne energije na distributivni sistem Republike Srbije, očekivati toliki iznos?
2. Koji bi se princip naplate mrežarine, kao alternativa principu poštanske marke, mogao koristiti za adekvatno alociranje troškova koje uzrokuju proizvođači električne energije zbog toka energije iz dela sistema nižeg naponskog nivoa u deo sistema višeg naponskog nivoa?
3. Da li je autorima poznato da li su u nekim zemljama primenjene posredne ili neposredne mere kojima bi se ograničio ili smanjio tok električne energije iz dela sistema nižeg naponskog nivoa u deo sistema višeg naponskog nivoa, odnosno iz distributivnog u prenosni sistem?

**R-6.14 PRISTUP TREĆE STRANE DISTRIBUTIVNOM SISTEMU ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU U PROPISIMA REPUBLIKE SRBIJE**

Autori: Branislava LEPOTIĆ-KOVAČEVIĆ, Bratislav DŽOMBIĆ, Srbija

Stručni recenzent: Dr Savo DJUKIĆ, Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su druga dva regulisana elementa prava pristupa treće strane distributivnom sistemu ("način obavljanja delatnosti" i "cena prenosa") jasno uređena evropskim direktivama i Zakonom o energetici, odnosno odgovarajućim podzakonskim aktima?
2. Da li postoje razlike u propisima u pogledu uređenja prava pristupa treće strane distributivnom sistemu i uređenja prava pristupa treće strane prenosnom sistemu?
3. Da li je autorima poznat konkretan slučaj kojim je trećoj strani odbijen pristup distributivnom ili prenosnom sistemu?

## Session 6:
## DEREGULATION, OPEN MARKET AND UTILIZATION OF ELECTRICITY

Session Chairman: Nenad KATIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Members of Session 6 and referees:

Gordan TANIĆ, PhD, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade
Vladimir JANKOVIĆ, M.Sc., EMS, Belgrade
Savo DJUKIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

After the submission and reviewing of all papers by reviewers, 14 papers were accepted according to preferential subjects from the Call for papers:

1. Opening of electricity market and deregulation of electricity sector in the region.
2. Methodologies of regulation and experiences.
3. Principles and experiences of electricity markets, new electricity providers and experiences in contracting deliveries.
4. Smart Grid solutions in competitive environment of open electricity market.

Members of the Session Committee 6 made review of all papers, and their comments, remarks and questions to authors, for discussion during the Conference, are presented in this report.

**R-6.01** **The NEW ROLE OF DSO IN THE TRANSITIONAL ENERGY MARKET**
Authors: Bratislav DŽOMBIĆ, PE Electric Power Industry of Serbia,
Milica BRKIĆ VUKOVLJAK, Energy Agency of the Republic of Serbia
Referee: Vladimir JANKOVIĆ, M.Sc., EMS, Belgrade
Questions:

1. Does current legislation in Serbia allow activity of aggregators of consumers, operation and connection of energy storages and electrical vehicles charges, and if not, which regulations should be changed?
2. In practice, ancillary services are provided only by the users of transmission system. Which users of distribution system may be expected to provide ancillary services and which ones? In this case, which new relations may be expected between transmission and distribution operators?

**R-6.02** **THE RELATIONS BETWEEN CLOSED DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR WITH OTHER PARTICIPANTS ON ELECTRICITY MARKET**
Authors: Jadranka JANJANIN, B.Sc., E.Eng., EMS AD Belgrade, Milan DANILOVIĆ, B.Sc., E.Eng, PE EPS, EPS Supply, Serbia
Referee: Vladimir JANKOVIĆ, M.Sc., EMS, Belgrade
Questions:

1. How many licensed operators of closed distribution system exist in Serbia and how many of them are in the process of licensing? Have licensed operators already created regulations requested by the law?
2. Has the takeover process of closed distribution systems, between the owners who do not want to operate them and the regional distribution system operators, started? Is there any time frame in which this process has to be closed?
3. Does the present legislation allow consumers connected to the closed distribution system to switch easily to new the supplier, or is it necessary to adjust or extend the regulation?

**R-6.03** **EFFICIENCY INCREASING OPPORTUNITIES OF REGULATED ACTIVITIES OF EPS GROUP BY IMPROVING REGULATORY FRAMEWORK**
Authors: Vladimir ŠILJKUT, PE EPS, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Ljiljana MITRUŠIĆ, PE EPS, Serbia
Referee: Gordan TANIĆ, PhD, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade

Question:
1. Referee will ask questions after the paper presentation.

**R-6.04 CONTRACTS OF EXPLOITATION BETWEEN DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR AND TRANSFER SYSTEM OPERATOR**

Authors: Dragan KARANOVIĆ, Vesna ŠNAJDEROV, Slavenko DAVIDOVIĆ, EMS AD, Belgrade, Serbia
Referee: Vladimir JANKOVIĆ, M.Sc., EMS, Belgrade
Questions:
1. Did EMS as system operator contract exploitation with users of the transmission system (end consumers, producers, operator of closed distribution system)? If so, how much do such contracts differ from similar contracts closed with the distribution system operator and what are the main differences?
2. With a larger number of distributed generators, there are operational situations when energy flows from distribution to transmission system. How often do such situations occur in the transmission grid of Serbia (in which substations and what is the amount of energy on the annual level)?
3. Are such situations covered by the contract of exploitation, or by some other regulation?

**R-6.05 ENERGY POVERTY IN SERBIA AND PARTICIPATION OF ELECTRICITY CONSUMERS CLASSIFIED AS POOR IN ENERGY IN TERMS OF THE ELECTRICITY CONSUMPTION STRUCTURE IN THE URBAN AREA OF BELGRADE**

Authors: Željko MARKOVIĆ, Faculty of Electrical Engineering in Belgrade, Deloitte Ltd., Belgrade,
Jelena STEVIĆ, DSO EPS distribution Ltd., Belgrade,
Aca MARKOVIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade, Serbia
Referee: Gordan TANIĆ, PhD, Energy Agency of the Republic of Serbia
Question:
1. Referee will ask questions after the paper presentation.

**R-6.06 RESERVE SUPPLY AS A CONSEQUENCE OF ELECTRICITY MARKET OPENING IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PERIOD 2014-2017**

Authors: Zoran JEREMIĆ, Milena RADIVOJEVIĆ, Milanko MIROSAVLJEVIĆ, PE EPS, EPS Supply,
Goran MILIĆ, DIGIT, Serbia
Referee: Vladimir JANKOVIĆ, M.Sc., EMS, Belgrade
Questions:
1. The "reserve" supply can last no longer than 60 days according to the Law. Based on experience, must this deadline be extended, and if so, why?
2. Authors suggest reducing cases with the right of "reserve" supply, only to two cases (liquidation or bankruptcy of supplier). In this case, how would the supply of consumer be regulated in other cases where consumers have the right of reserve supply according to the Law?
3. Did you make an analysis of how much the number of "small consumers" would be reduced if your recommendation on the change of definition would be accepted?

**R-6.07 THE ANALYSIS OF NET INCOME FROM THE ACCESS TO DISTRIBUTION SYSTEM OF EPS DISTRIBUTION LLC BELGRADE BY BRANCHES IN AP VOJVODINA**

Authors: Snežana RADUKIĆ, PhD, University of Niš, Faculty of Economy, Milana RADOVIĆ, M.Sc., EPS Distribution, Ltd., Belgrade, Serbia
Referee: Gordan TANIĆ, PhD, Energy Agency of the Republic of Serbia, Belgrade
Questions:
1. Referee will ask questions after the paper presentation.

**R-6.08 ADMS FUNCTIONALITIES THROUGH "SMART CITY" PROJECT IN BRANCH OFFICE "ED NOVI SAD"**

Authors: Milica POROBIĆ, Slobodan MILIVOJEV, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, "ED Novi Sad" Branch Office, Novi Sad, Gordana JOVANOVIĆ, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, Novi Sad, Branislav BOGDANOVIĆ, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, "ED Novi Sad" Branch Office, Novi Sad, Ratko ROGAN, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, Serbia
Referee: Nenad KATIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia
Questions:
1. The paper presents experience in implementation of a real ADMS system, as the basis of the "Smart City" project in Novi Sad. What were the main issues during the implementation of the first phase of the project, and SCADA control of equipment respectively, on the medium voltage level?
2. What is the impact of the communication system on remote control efficiency?
3. Is it realistic to efficiently "map" customers in two different databases (BTE and ADMS), since daily changes on both sides are happening, and what is the impact of data inconsistency on the accuracy of calculation?
4. How much are fault current measurements available, using micro processing relay protection?

**R-6.09** **MEASURES FOR REDUCTION OF THE $CO_2$ EMISSION IN DP NOVI SAD DISTRIBUTION AREA**

Authors: Ratko ROGAN, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, Milica POROBIĆ, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, "ED Novi Sad" Branch Office, Novi Sad, Aleksandar BOŠKOVIĆ, Miroslav RADOSAVLJEV, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, Novi Sad, Serbia

Referee: Nenad KATIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions:

1. The paper presents benefits of implementation of advanced software solutions (ADMS) and automation in medium voltage grid of Novi Sad, especially regarding the reliability of supply and power losses reduction. Since automation obviously increases the reliability of supply and reduces the outage time, what is the level of automation planned in the long-term period in Novi Sad?
2. Since positive results have been achieved in applying network reconfiguration in Zabalj, do you plan to apply network reconfiguration on a wider range in Novi Sad?
3. Which activities on reduction of non-technical losses would give best effects?

**R-6.10** **CLEAR RULES OF LAW ARE THE PRECONDITION FOR A SATISFIED CUSTOMER**

Authors: Dušan ČOMIĆ, Novi Sad, Bogoljub RADULOVIĆ, Dragan TUNGUZ, Marko BREBERINA, DSO EPS Distribution Ltd., Belgrade, Serbia

Referee: Nenad KATIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions:

1. The paper describes actual issues and initiates changes of regulation to improve equality and satisfaction of customers on electricity market. Is the author familiar with the practice in the neighbouring countries regarding non-measured consumption?
2. Since the author presents strong arguments for changes regarding non-measured consumption, has there been any discussion concerning these recommendation among the official authorities and have any changes been announced?
3. Can the author estimate the benefits of his recommendations in the area of financial losses reduction?

**R-6.11** **ANALYSIS OF WORK IN SUPPLIER SWITCHING PROCEDURE AND PROPOSAL FOR IMPROVEMENT**

Authors: Branislav RADOVIĆ, Slobodan STOJKOV, Serbia

Referee: Nenad KATIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions:

1. The paper presents the procedure of changing the supplier, identifies the main issues and presents certain recommendations for improving the procedure. Since simplicity, efficiency and transparency of procedure for changing suppliers are the fundaments of open electricity market, to what extent, to the author's opinion, are the local regulations harmonized with the principles of open market?
2. What is the practice in the neighbouring countries, have any efficient procedures for switching suppliers been reached?
3. Can the authors comment if they have already submitted recommendations on considerations to be made in DSO and EPS, and what outcome is expected in terms of improving the procedures for switching suppliers?

**R-6.12** **NEW INCENTIVES FOR ACCOMPLISHING GOALS OF THE NATIONAL ACTION PLAN FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**

Authors: Vladimir ĐORĐEVIĆ, PE EPS, Belgrade, Aleksandar JANJIĆ, Faculty of Electronics, Niš, Andrija VUKAŠINOVIĆ, PD EPS Distribution, Belgrade, Zoran MANASIJEVIĆ, EINT, Belgrade, Serbia

Referee: Savo DJUKIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions:

1. What are the consequences for non-compliance with EU directives in the area of renewable energy?
2. How would the new incentive model for building renewables influence the building of production from other sources (different from hydro plants over 10 MW)?
3. Which of the two recommended approaches do the authors consider better, considering the amount of changes in the regulation and the possibility of implementation?

**R-6.13** **INFLENCE OF THE CONNECTION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ON DISTRIBUTION SYSTEM OPERATION**

Authors: Biljana TRIVIĆ, Aca VUČKOVIĆ, Energy Agency of the Republic of Serbia

Referee: Savo DJUKIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions:

1. What amount of energy (absolute or relative), transferred from the distribution level to transmission, would the authors consider justified for defining the transmission system operator as the user of distribution system?
2. Which economic model for grid access, as an alternative to the model of postage stamp, would be useful for correct allocation of cost incurred by energy producers, causing energy flow from the distribution to the transmission level?
3. Are the authors aware of any measures in other countries, limiting the power flow from lower voltage to higher voltage level, or from distribution to transmission?

**R-6.14** **THIRD PARTY ACCESS TO DISTRIBUTION NETWORK IN ENERGY LAW OF REPUBLIC OF SERBIA**

Authors: Branislava LEPOTIĆ-KOVAČEVIĆ, Bratislav DŽOMBIĆ, Serbia

Referee: Savo DJUKIĆ, PhD, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia

Questions:

1. Are two other regulated components of third party access to distribution grid ("the way of operation" and "the price of transmission"), clearly regulated by EU directives and Energy Law and other regulation acts?
2. Are there any differences in the regulation of the third party access right to distribution or transmission system?
3. Are the authors familiar with any cases when the third party access to the distribution or transmission grid was denied?

**R-6.01**

## НОВА УЛОГА ОПЕРАТОРА ДИСТРИБУТИВНИХ СИСТЕМА НА ТРАНЗИЦИОНОМ ТРЖИШТУ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ
## NOVA ULOGA ODS NA TRANZICIONOM TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJE

Братислав ЏОМБИЋ, ЈП Електропривреда Србије, Србија
Милица БРКИЋ ВУКОВЉАК, Агенција за енергетику Републике Србије, Србија

Тржиште електричне енергије је данас динамичније него што је то икада било. Хармонизација европског енергетског тржишта доводи до смањивања улазних баријера за нове учеснике. Производња и потрошња енергије из обновљивих извора обликују тржиште у правцу децентрализације. Како је тржиште, у својој транзицији, спремно за следећу фазу раста, оператори дистрибутивних система (у даљем тексту „ОДС") се суочавају са изазовима и могућностима у свом еволуционом развоју. Поред своје традиционалне улоге у пружању мрежних услуга, ОДС ће преузети и улогу фасилитатора тржишта.

Опште је прихваћено мишљење да ће дистрибутивни системи имати значајнију улогу на тржишту у будућности. Текуће промене трансформишу тржиште електричне енергије, увођењем нових учесника и редефинисањем односа и токова прихода између постојећих. Подржано развојем технологија дигитализације и складиштења, тржиште електричне енергије се упознаје са новим концептима, попут одговора потрошње на систем или локалне трговине, што ниво трговања електричном енергијом спушта на ниво дистрибутивне мреже. То, поред раста производње електричне енергије из обновљивих извора, пред ОДС поставља захтев за већим обимом података у реалном времену, како би оптимално управљали системом и сервисирали тржишне активности.

Традиционално пасивна, страна потрошње електричне енергије је такође у фази значајних промена. Складиштење електричне енергије је технологија која такође даје потпуно нову перспективу у раду мреже и управљању подацима. Оно би потенцијално омогућило купцима да се повремено у потпуности искључују са електроенергетске мреже. Осим тога, снабдевање из складишта електричне енергије се може активирати када су цене електричне енергије више, а батерије се могу пунити када су електричне енергије ниже, што уводи нове аранжмане снабдевања на тржиште, али такође тестира оперативне и управљачке капацитете дистрибутера. Такође, увођење нових облика потрошње електричне енергије, као што је коришћење електричних аутомобила, највише ће се осетити на дистрибутивној мрежи. Наведене и сличне изазове ОДС ће превазилазити унапређењем мреже у техничко-технолошком смислу и прикупљањем више података и њиховом учесталијом разменом са другим учесницима на тржишту.

Овај рад испитује и објашњава битне промене у транзиционом тржишту електричне енергије и начине на које се ОДС могу прилагодити трендовима.

**Кључне речи**: дистрибуција електричне енергије, ОДС, тржиште, промене.

## NEW ROLE OF DSO IN THE TRANSITIONAL ENERGY MARKET

Bratislav DŽOMBIĆ, JP Elektroprivreda Srbije,
Milica BRKIĆ VUKOVLJAK, Agencija za energetiku Republike, Serbia

The energy market is more dynamic than it has ever been in the past. Harmonization of the European energy market is leading to lowering entry barriers for new entrants. Renewable energy production and consumption are shifting the market to decentralization. As energy market transition is poised for its next stage of growth, distribution systems are facing both challenges and opportunities in its evolutionary development. Alongside their traditional role of network service provider, DSO will take on the role of market facilitator.

It is widely accepted view that distribution system operators will play a more important role in future markets. The changes that are underway are transforming the market, bringing in new market players and reshaping arrangements between existing players and revenue streams. Supported by growing digitalization and storage technologies, new concepts, like demand-side management and local trade, are introduced to the electricity market, which lowers electricity trade level to distribution grid level. This, accompanied by the growth of renewable electricity production, will demand from DSO more critical real-time data to optimize the performance of grid operations or trading activities.

Traditionally passive, the demand side is also under change. Electricity storage is a technology that also put entirely new perspective in grid operating and data management. This could potentially allow a consumer to go off the power grid entirely. In addition, electricity storage can be turned on when power grid rates are high, and batteries can be charged when power rates are lower, which introduces new supply arrangements on market, but also test DSO's operational and managerial capacities. Also, the introduction of new forms of electricity consumption, such as the use of electric cars, will most likely be felt on the distribution network. The mentioned and similar challenges will be overcome by the DSO's by improving the network in a technical-technological sense and collecting more data and their more frequent exchanges with other market participants.

This paper examines and explains major changes in the transitional electricity market and how DSO's could adapt to trends.

**Key words:** electric energy distribution, DSO, market, change.

**R-6.02**

## ODNOS OPERATORA ZATVORENOG DISTRIBUTIVNOG SISTEMA SA DRUGIM UČESNICIMA NA TRŽIŠTU ELEKTRIČNE ENERGIJEM

Jadranka JANJANIN, EMS AD Beograd,
Milan DANILOVIĆ, JP EPS Ogranak EPS Snabdevanje, Srbija

Uloga operatora zatvorenog distributvnog sistema je prvi put prepoznata Zakonom o energetici objavljenom u Službenom glasniku br. 145/2014. Agencija za energetiku Republike Srbije prvu licencu za distribuciju električne energije i upravljanje zatvorenim distributivnim sistemom je izdala u novembru 2017. godine, što je iniciralo da se u ovom radu razmotre prava i obaveze operatora zatvorenog dist OPS dributivnog sistema prema ostalim učesnicima na tržištu električne energije. Rad sadrži pregled pravnih i regulatornih okvira u Republici Srbiji koji se odnose na rad zatvorenog distributivnog sistema, primer rešenja zatvorenog distributivnog sistema u EU, prepoznavanje mogućnosti operatora zatvorenog distributivnog sistema da ponudi uslugu upravljanja potrošnjom tržištu. Dodatno su obrađeni tehničko rešenje zatvorenog distributivnog sistema i tokovi energije i novca između operatora zatvorenog distributivnog sistema i ostalih učesnika na tržištu električne energije u Srbiji.

**Ključne reči:** Zatvoreni distributivni sistem, operator zatvorenog distributivnog sistema, krajnji kupac, tok energije, tok novca.

## THE RELATIONS BETWEEN COLSED DISTRIBUTION SYSTEM OPERATOR WITH OTHER PARTICIPANTS ON ELECTRICITY MARKET

The role of closed distribution system operator is recognized for the first time in Energy Law published in Offical Gazette of the Republic of Serbia No. 145/2014. Energy Agency of the Republic of Serbia has issued the first licence for Electricity distribution and closed distribution system operation in November 2017 what initiated considiration of rights and responsibilities of closed distribution system operator regarding other market participants. Content of this work are legal and regulatory frameworks in Republic of Serbia considering work of the closed distribution system, implemented solution of the closed distribution system inside EU, recognition of the closed distribution system to offer demand response service to the market. In addition technical solution of the closed distribution system, and energy flow and cash flow between the closed distribution system operator and other electricity market participants in Serbia are presented.

**Key words:** Closed distribution system, closed distribution system operator, end consumer, energy flow, cash flow.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-6.03**

## MOGUĆNOSTI POVEĆANJA EFIKASNOSTI REGULISANIH DELATNOSTI EPS GRUPE UNAPREĐENJEM REGULATORNOG OKVIRA

Vladimir ŠILJKUT, Jelena MILOSAVLJEVIĆ, Ljiljana MITRUŠIĆ
JP EPS, Republika Srbija

U sklopu procesa reorganizacije u Javnom preduzeću "Elektroprivreda Srbije" (JP EPS) sprovodi se niz projekata koji treba da doprinesu povećanju efikasnosti kompanije i njenom boljem pozicioniranju na liberalizovanom energetskom tržištu. Jedan od takvih projekata je i Projekat smanjenja gubitaka i unapređenja tokova gotovine u elektrodistributivnoj delatnosti (Projekat), čiji jedan od modula analizira domen regulatornog okvira, potrebu za definisanjem regulatorne strategije i s tim u vezi pitanja optimalne organizacije. U radu je prikazan i dat kritički osvrt na deo sprovedenih analiza i ključnih rezultata pomenutog modula Projekta. Na početku rada su obrazloženi osnovni pojmovi, pre svega finansijski parametri – pokazatelji uspešnosti kompanije i njihovi regulatorni pokretači, radi boljeg i lakšeg razumevanja izložene problematike. Potom je dat pregled analize deficita i ukazano na neophodnost prilagođavanja prihoda i tarifa. Analizom su utvrđene oblasti za moguća regulatorna poboljšanja, sa predlogom za utvrđivanje regulatorne strategije, čija bi realizacija uticala na povećanje efikasnosti EPS Grupe. Dat je osvrt i na predlog regulatorne agende i organizacije, imajući u vidu, u međuvremenu sprovedene, teritorijalno spajanje elektrodistributivnih preduzeća u jedinstvenog operatora distributivnog sistema (ODS) i funkcionalno razdvajanje delatnosti u oblasti distribucije električne energije, između ODS i novoformiranih tehničkih centara u sastavu JP EPS. Uzimajući u obzir najbolju praksu, predložen je set mera, grupisanih na osnovu procenjenog uticaja na EBITDA, a kao izuzetno bitno u radu istaknuta je potreba ažuriranja i korišćenja registra regulatornih rizika.

**Ključne reči:** Regulatorna strategija, prihod, trošak, tarifa, regulatorni rizik.

## EFFICIENCY INCREASING OPPORTUNITIES OF REGULATED ACTIVITIES OF EPS GROUP BY IMPROVING REGULATORY FRAMEWORK

As a part of the reorganization process in the Public Enterprise "Electric Power Industry of Serbia" (EPS), a number of projects are being implemented, which should contribute to the company's efficiency increase and its better positioning in the liberalized energy market. One of these projects is the Project for Reduction of Losses and Improvement of Cash Flows in Electricity Distribution (Project). One of the Project's modules analyzes the domain of the regulatory framework, the need for defining the regulatory strategy and issues of optimal organization. The paper presents and critically reviews some of the conducted analyses and key results of the mentioned module of the Project. At the beginning of the paper, the basic concepts are explained, primarily financial parameters - performance indicators of the company and their regulatory drivers, for a better and easier understanding of the presented issues. The paper then provides an overview of the deficit analysis and pointed to the necessity of adjusting revenues and tariffs. The analysis identified areas for possible regulatory improvements, with a proposal for establishing a regulatory strategy, whose implementation could increase the efficiency of EPS Group. The paper gives an overview of the proposal of the regulatory agenda and the organization, taking into account two processes implemented in the meanwhile – territorial merge of electricity distribution companies into the unique distribution system operator (DSO), and functional separation of activities in the electricity distribution business, between DSO and newly established Technical centers within the EPS. Taking into account the best practice, a set of measures, based on the estimated impact on EBITDA, has been proposed, and the importance of updating and using the Regulatory Risk Register has been emphasized.

**Key words:** Regulatory strategy, revenue, cost, tariff, regulatoryrisk.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.

**R-6.04**

# УГОВОРИ О ЕКСПЛОАТАЦИЈИ ИЗМЕЂУОПЕРАТОРА ДИСТРИБУТИВНОГ СИСТЕМА И ОПЕРАТОРА ПРЕНОСНОГ СИСТЕМА
# UGOVORI O EKSPLOATACIJI IZMEĐU OPERATORA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA I OPERATORA PRENOSNOG SISTEMA

Драган КАРАНОВИЋ, Весна ШНАЈДЕРОВ, Славенко ДАВИДОВИЋ,
Акционарско друштво „Електромрежа Србије”, Београд, Србија

У условима либерализованог тржишта електричне енергије и спроведеног раздвајања делатности у електроенергетском сектору Републике Србије потребно је што детаљније уредити односе електроенергетских субјеката који учествују у раду електроенергетског система. У том смислу, сагласно Закону о енергетици, Правилима о раду дистрибутивног система и Правилима о раду преносног система уведена је законска обавеза закључења уговора о експлоатацији између оператора преносног система и корисника преносног система за електроенергетске објекте повезане/прикључене на преносни систем, од којих су најзначајнији и најбројнији електроенергетски објекти оператора дистрибутивног система. Такође, код већине електроенергетских објеката оператора преносног система напајање електричном енергијом за потребе сопствене потрошње објекта је из дистрибутивног система, те и у том смислу постоји законска обавеза закључења уговора о експлоатацијиизмеђу оператора дистрибутивног система и оператора преносног система.

Током 2017. године је закључено више уговора о експлоатацији између оператора дистрибутивног система и оператора преносног система.

У раду је дат опис врста уговора о експлоатацији и осврт на садржај и проблематику коју су они обухватили.

**Кључне речи:** Уговор о експлоатацији, Оператор дистрибутивног система и Оператор преносног система.

# CONTRACTS OF EXPLOITATION BETWEENDISTIBUTION SYSTEM OPERATOR AND TRANSFER SYSTEM OPERATOR

Dragan KARANOVIĆ, Vesna ŠNAJDEROV, Slavenko DAVIDOVIĆ,
Akcionarsko društvo „Elektromreža Srbije”, Beograd, Serbia

Under conditions of liberalized electricity market and unbundling of electricity sector in the Republic of Serbia it is necessary to further regulate the relations of power entities participating in the power system. In this regard, according to Energy Law, Distribution Grid Code and Transmission Grid Code a legal obligation was introduced for conclusion of the Contract for facilities exploitation between transmission system operator and transmission system users related to the electric power facilities connected to the transmission system, out of which the most important and most numerous electrical facilities are the facilities of the distribution system operator. Also, the electrical facilities of a transmission system, in order to supply their own consumption of electric energy, are connected to the distribution system and in this regard there is also legal obligation to conclude Contract for facilities exploitation between distribution system operator and transmission system operator.

During 2017, several Contracts for facilities exploitation between distribution system operator and transmission system operator were concluded.

The paper gives a description of types of Contracts for facilities exploitation and review of the content and the issues that they cover.

**Keywords:** Contract for facilities exploitation, Distribution system operator, Transmission system operator.

## ENERGETSKO SIROMAŠTVO U SRBIJI I UČEŠĆE KUPACA KOJI SE SVRSTAVAJU U KATEGORIJU ENERGETSKI SIROMAŠNIH U ODNOSU NA STRUKTURU POTROŠNJE NA KONZUMNOM PODRUČJU GRADA BEOGRADA

Željko MARKOVIĆ, Elektrotehnički fakultet u Beogradu, Deloitte d.o.o. Beograd, Srbija
Jelena STEVIĆ, Operator distributivnog sistema „EPS distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija
Aca MARKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Beograd, Srbija

Razvoj tržišta električne energije kao i održivo poslovanje energetskog sektora uslovljeno je dostizanjem tržišnih cena na maloprodajnom tržištu, kako za kupce iz privrede, tako i za kupce iz kategorije domaćinstava. Jedan od bitnih preduslova je i efikasno i celovito rešavanje pitanja energetski ugroženih kupaca. Jedinstvene i jednoznačne definicije ko su stvarno energetski ugroženi kupci, odnosno sa tim u vezi, koji deo stanovništva možemo smatrati energetski siromašnim, nažalost nema. U radu se razmatra više različitih pristupa u oceni siromaštva, uključivši i pristup EU koji je baziran na merenju rizika od pojave siromaštva.

U radu se dalje kao pokazatelj energetskog siromaštva, ispituje sintetički pokazatelj koji koristi kombinaciju tri pokazatelja iz Eurostatovog istraživanja (EU-Silc) koje se sprovodi i u Srbiji. Na primeru konzumnog područja Grada Beograda, obrađuje se učešće energetski siromašnih kupaca u pojedinim kategorijama potrošnje razvrstanih u odnosu na veličinu prosečne mesečne i godišnje potrošnje električne energije i gustina njihove teritorijalne raspodele na području grada Beograda.

**Ključne reči:** Energetsko siromaštvo, Energetski ugroženi kupci, Pokazatelj energetskog siromaštva.

## ENERGY POVERTY IN SERBIA AND THE PARTICIPATION OF ELECTRICITY CONSUMERS CLASSIFIED AS ENERGY POOR IN RELATION TO THE ELECTRICITY CONSUMPTION STRUCTURE IN THE URBAN AREA OF BELGRADE

Development of electricity market, as well as sustainable business of energetic sector, is caused by reaching market prices on retail market, for economy and household buyers. One of the most important conditions is efficient and complete solving of energy-endangered customers. Unique and one-meaning definitions of who energy-endangered buyers are, or which part of population is energetically poor, unfortunately does not exist. The paper discusses a number of different approaches to the poverty assessment, including an EU approach based on measuring poverty risk.

The paper, as an indicator of energy poverty, analyses synthetic indicator used in EU that uses combination of three indicators from Eurostat's research (EU-Silc) that happened in Serbia. Also the paper present case study on the urban area of the City of Belgrade, which present participation of energy-poor customers in certain categories of consumption, which are classified in relation to the size of the average monthly and annual consumption of electricity. At the end, density of their territorial distribution in the City of Belgrade is processed.

**Key words:** Energy poverty, Energy – endangered customers, Indicator of energy poverty.



## REZERVNO SNABDEVANJE KAO POSLEDICA OTVARANJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI SRBIJI U PERIODU 2014-2017. GODINA

Zoran JEREMIĆ, Milena RADIVOJEVIĆ, Milanko MIROSAVLJEVIĆ, JP EPS Ogranak EPS Snabdevanje,
Goran MILIĆ, DIGIT, Srbija

Otvaranje tržišta električne energije podrazumeva pravo svakog krajnjeg kupca električne energije da slobodno bira svog snabdevača na tržištu električne energije. Pored izbora snabdevača domaćinstva i mali kupci imaju pravo na izbor i vrste

snabdevanja, odnosno pravo na garantovano snabdevanje električnom energijom, kao javnu uslugu. Rezervno snbdevanje električnom energijom je upravo posledica otvaranja tržišta električne enrgije. Pravo na rezervno snabdevanje ima krajnji kupac električne energije koji nema pravo na garantovano snabdevanje, nije našao novog snabdevača nakon prestanka ugovora o snabdevanju sa prethodnim, i u slučaju stečaja ili likvidacije snabdevača koji ga je do tada snabdevao.U ovom tekstu, predstavljeno je kretanje kupaca na rezervnom snabdevanju u posmatranom periodu, sa konkretnim podacima o broju mernih mesta ,količini preuzete električne energije kao i njihov udeo u odnosu na celokupno tržište električnom energijom. Na osnovu predhodnih podataka, u tekstu se dalje analiziraju uzroci prelaska kupaca na rezervno snabdevanje, koji prouzrokuju veliki broj kupaca na rezervnom snabdevanju. Tekst donosi i predloge za preduzimanje konkretnih mera, koje bi donele smanjenje broja kupaca na rezervnom snabdevanju.

**Kjučne reči:** rezervno snabdevanje, mali kupac, tržište električne energije.

**RESERVE SUPPLY AS A CONSEQUENCE OF ELECTRICITY MARKET OPENING IN THE REPUBLIC OF SERBIA IN THE PERIOD 2014-2017.**

Electricity market opening implies the right of all final customers to freely choose their supplier on electricity market. In addition to selection of supplier, households and small customers are entitled to select the type of supply, i.e. have the right to public supply of electricity, as a public service. Reserve supply is the consequence of market opening. Final customer is entitled to reserve supply in the event that it is not entitled to public supply, did not find new supplier upon contract termination with the previous and in the event of bankruptcy or liquidation of the previous supplier. This paper will present the flow of customers on reserve for the assessed period with precise data regarding the number of metering points, the amount of electricity and their share compared to total electricity market. Based on the previous data, causes of transfer of customers to reserve supply which cause the large number of customers on reserve supply are further analyzed in this paper. This paper also presents proposal for undertaking concrete measures that would lead to decrease of number of customers on reserve.

**Keywords:** reserve supply, small customer, electricity market.

**R-6.07**

**ANALIZA NETO PRIHODA OD PRISTUPA I KORIŠĆENJA DISTRIBUTIVNOG SISTEMA EPS DISTRIBUCIJE D.O.O. BEOGRAD PO OGRANCIMA U AP VOJVODINI**

Dr Snežana RADUKIĆ, Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet, Srbija
Msc Milana RADOVIĆ, Eps Distribucija d.o.o. Beograd, Srbija

Prihod od pristupa i korišćenja distributivnog sistema je osnovni poslovni prihod EPS Distribucije d.o.o. Beograd (ODS) i kao takav utiče na finansijski rezultat, odnosno uspešnost poslovanja. Cilj rada je analiza faktora koji utiču na visinu neto prihoda od distributivnom sistemu. Na visinu neto prihoda, pored prihoda od pristupa distributivnom sistemu, utiču troškovi pristupa prenosnom sistemu i troškovi gubitaka električne energije. U analizi su korišćeni podaci o količinama i cenama:preuzete električne energije od EMS AD Beograd (EMS-a), isporučene električne energije korisnicima sistema i podaci o gubicima električne energije, po ograncima EPS Distribucije d.o.o. Beograd u AP Vojvodini za 2017. godinu. Za sedam ogranaka ODS-a u AP Vojvodini analizirana je prosečna cene pristupa distributivnom sistemu i prosečna cena pristupa prenosnom sistemu u 2017. godini. Na nivou ODS-a AP Vojvodine prikazano je učešće bruto prihoda od pristupa distributivnom sistemu po vrstama snabdevanja i po kategorijama potrošnje. Po kategorijama potrošnje prikazana je i prosečna cena pristupa distributivnom sistemu. Prezentovani su ostvareni gubici električne energije po ograncima u posmatranom periodu. Analiza je pokazala da na visinu neto prihoda od pristupa distributivnom sistemu, utiče visina gubitaka električne energije i odnos prosečne cene pristupa prenosnom sistemu sa prosečnom cenom pristupa distributivnom sistemu. Identifikovani su ogranci sa niskom vrednosti učešća neto prihoda u bruto prihodu od pristupa distributivnom sistemu i navedeni njihovi uzroci. Rezultati ovoga rada sadrže preporuke za povećanje neto prihoda u ograncima ODS-a AP Vojvodine.

**Ključne reči**: prihod od pristupa distributivnom sistemu, prosečna cena pristupa distributivnom sistemu, prosečna cena pristupa prenosnom sistemu, gubici.

## THE ANALYSIS OF NET INCOME FROM THE ACCESS TO DISTRIBUTION SYSTEM OF EPS DISTRIBUCIJA LLC BELGRADE BY BRANCHES IN AP VOJVODINA

The income from access to distribution system is basic operating income of EPS Distribucija LLC Belgrade (ODS) and as such, it influences on the financial result, and the success of business. The aim of this paper is the analysis of the factors that influence on net income from access to distribution system. The amount of net income is influenced by the costs of access to transmission system and the costs of electrical losses. The analysis has included the data on quantities and prices: of electricity delivered to users, of electricity received from Electric Network of Serbia and the data on electrical losses, by branches of EPS Distribucija LLC Belgrade in AP Vojvodina in 2017. The average price of access to distribution system and the average price of access to transmission system in 2017 have been analyzed for seven branches of ODS in Vojvodina. On the level of ODS of AP Vojvodina, the participation of gross income from access to distribution system by types of supply and by categories of consumption has been shown. The average price of access to distribution system by categories of consumptionhas also been shown. Realized electrical losses have been presented by branches in the observed period. The analysis has shown that the amount of net income of access to distribution system is influenced by the amount of electrical losses and the relation of the price of losses and the average price of access to distribution system. The branches with low value of participation of net income in gross income from access to distribution system and their causes have been identified. The results of this paper contains the recommendations for increasing net income in the branches of ODS of AP Vojvodina.

**Key words**: income from access to distribution system, average price of access to distribution system, average price of transmission system, losses.

**R-6.08**

## ADMS FUNKCIONALNOSTI KROZ PROJEKAT "PAMETAN GRAD" U OGRANKU "ED NOVI SAD"

Milica POROBIĆ, Slobodan MILIVOJEV, Gordana JOVANOVIĆ, Branislav BOGDANOVIĆ
ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
Ratko ROGAN, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Srbija

Napredni distributivni menadžment sistem (ADMS) je integrisani softverski sistem za kontrolu, analizu i optimizaciju električne mreže. U Ogranku "ED Novi Sad" realizacija projekta "pametan grad" uvođenjem ADMS sistema realizuje se kroz dve faze:

1. Faza I – monitoring i kontrola mreže u realnom vremenu - SCADA funkcionalnosti. Realizovana je automatizacija sredenjenaponske mreže uvođenjem 115 objekata u sistem daljinskog nadzora kontrole i upravljanja. Četiri zasebna sistema (upravljanje iz 4 dispečerska centra) za nadzor i kontrolu stanja u srednjenaponskoj mreži (SN) su integrisani u jedan sistem. Sistem se koristi u dispečerskom upravljanju za manipulacije daljinskih tačaka i ažuriranje statusa lokalnih tačaka. Na ovaj način se postiže nadzor i kontrola stanja rasklopne opreme u celoj distributivnoj mreži. Faza I je uspešno realizovana.

2. Faza II – matematički model mreže i aplikacije kroz implementaciju naprednih funkcija za DMS/OMS (Outage Management System – upravljanje kvarovima i radovima u mreži). Za poslove službe operativne energetike potrebni su proračuni stanja u dubini SN mreže. Proračuni u distributivnim sistemima kao sistemima sa velikim brojem čvorova i elemenata su otežani bez softverskih alata, jer se dobijaju manje ili više grube procene. Softverima kao što je DMS povećava se tačnost proračuna. U verziji DMS 2.73 ulazni podaci za proračun preestimiranih tokova snaga su dijagrami opterećenja i maksimalne struje odgovarajućeg konzuma u karakterističnim periodima. Vremenom smo imali sve manji broj tačnih ulaznih podataka, a samim tim i loše rezultate proračuna. U ADMS V3.5 koriste se kvalitetniji ulazni podaci za DMS proračune, koji pored dijagrama opterećenja koriste i energije konzuma. Da bi dobili energiju konzuma potrebno je obezbediti podatke o kupcima na svim niskonaponskim izvodima. U radu će biti prikazani problemi na koje smo nailazili u toku pripreme odgovarajućih ulaznih podataka. Zahvaljujuci tačnijim ulaznim podacima, dobijaju se i tačniji tokovi snaga i estimacija stanja koji su osnova za dobre rezultate ostalih energetskih funkcija.

**Ključne reči:** ADMS funkcionalnosti, upravljanje distributivnom mrežom.

## ADMS FUNCTIONALITIES THROUGH PROJECT "SMART CITY" IN THE BRANCH "ED NOVI SAD"

Advanced Distribution Management System (ADMS) is an integrated software system for the control, analysis and optimization of the electrical network. In the branch (ne znam da li se ovako kaže) "ED Novi Sad" realization of the project "smart city" by introducing the ADMS system is realized through two phases:

1. Phase I - monitoring and controlling the network in real time - SCADA functionality. The automation of the medium voltage (MV) network was realized with the introduction of 115 objects into remote system control and management. Four previously separated systems (four dispatcher centers) for monitoring and control MV network are integrated into a one. The system is used in dispatching control for manipulation of remote points and updating the status of local points. In this way, supervisory and control of switching equipment is achieved throughout the distribution network. Phase I was successfully implemented.

2. Phase II - a mathematical model of network and application through the implementation of advanced functions for DMS/OMS (Outage Management System - management of defects and network repair). Operational power energy service requires correct state calculations in the depth of the MV network. Calculations in distribution system as a system with a large number of nodes and elements are difficult without software tools, thus we have more or less rough estimates. Software such as DMS increases the accuracy of the estimation. In DMS version 2.73, the input data for the calculation of the preestimated power flows were load diagrams and maximum current of the corresponding consumption in characteristic periods. Over time, amount of accurate input data was decreasing and therefore estimation performance were poor. Through the ADMS version 3.5, the necessary input data for the DMS calculations becomes more accurate and along with the load diagram consumption energy data are used. In order to get total energy of all consumers, there was need to provide individual customer's energy data on all low voltage feeders. This paper will show the problems which are encountered during the preparation of the appropriate input data. Consequently more accurate input data give satisfactory accuracy of power flows and state estimation that are the basis for the good results of other energy functions.

**Key words:** ADMS functionality, control of distribution network.

**R-6.09**

## MERE ZA SMANJENJE EMISIJE $CO_2$ NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU DP NOVI SAD

Ratko ROGAN*, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Srbija
Milica POROBIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Ogranak "ED Novi Sad", Novi Sad, Srbija
Aleksandar BOŠKOVIĆ, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Srbija
Miroslav RADOSAVLJEV, ODS "EPS Distribucija" d.o.o, Beograd, Novi Sad, Srbija

Energetska budućnost planete Zemlje, neraskidivo je povezana sa njenom klimatskom budućnosti. Ova dva usko povezana procesa, vezana su sagorevanjem fosilnih goriva, emisijom $CO_2$ kao i drugih gasova sa efektom staklene bašte (GHG). Pored $CO_2$ postoje i drugi gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte: Metan ($CH_4$) koji je po kilogramu jači 25 puta od $CO_2$, azot-oksid ($N_2O$) koji je 300 puta jači od $CO_2$ ili rashladni gasovi koji su i po nekoliko hiljada puta jači. Ali se nalaze u malim količinama i da ne bi komplikovali proračun izražavamo ih preko $CO_2$e (ekvivalentno).

Početci globalnih dogovora o zaštiti životne sredine vezuju se za 1990. godinu. Sporazum iz Pariza Okvirne konvencije UN o promeni klime (UNFCCC) usvojen je 2015. godine i definiše globalni cilj ograničenje rasta srednje globalne temperature ispod 2°C. Pre usvajanja Sporazuma iz Pariza, Srbija je dostavila svoj cilj smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte GHG od 9,8% do 2030. godine u odnosu na 1990. godinu i donela Zakon o potvrđivanju Sporazuma maja 2017. godine. Republika Srbija treba da usvoji politiku i mere smanjenja emisija GHG.

U okviru EPS su pokrenuti projekti o ispunjavanju ove dve direktive. Ispunjavanje obaveza EPS ujedno bi značilo ispunjavanje velikog dela obaveza Srbije u pogledu zaštite životne sredine. Zbog ograničenih rezervi i resursa fosilnih goriva, kao i povećane svesnosti o uticaju gasova sa efektom staklene baste, pred nama je period velikih ulaganja u obnovljive izvore energije i povećanje energetske efikanosti. Sve ovo, kao i stalni porast potreba za energijom donosi velike izazove pred naš distributivni elektroenergetski sistem (DEES) na koje moramo odgovoriti a da pri tome radimo u korist održivosti sistema i interesa njegovih korisnika.

Povećanje nivoa energetske efikasnosti DEES i svako smanjenje gubitaka električne energije neposredno dovodi do manjeg angažovanja proizvodnih kapaciteta, u najvećem delu to su termo blokovi, što posredno znači manju emisiju GHG u atmosferu. Takođe dovodi do "oslobađanja" kako proizvodnih tako i prenosnih i distributivnih kapaciteta, pa sa postojećim kapacitetima možemo omogućiti napajanje novih korisnika.

**Ključne reči:** smanjenje gubitaka, emisija $CO_2$ , ADMS, SCADA, Energetska efikasnost, karbonski otisak.

## MEASURES FOR REDUCTION OF THE $CO_2$ EMISSION IN DP NOVI SAD DISTRIBUTION AREA

The energy future of the planet Earth is inextricably interwined to its climate future. These two closely related processes are related to combustion of fossil fueles, $CO_2$emissione and other greenhouse gases (GHG). In addition to $CO_2$, there are other greenhouse gases: Methane ($CH_4$), which is 25 times stronger than $CO_2$ per kilogram, nitrogen oxide ($N_2O$) 300 times stronger than

$CO_2$ or cooling gases which are several thousand times stronger. But they are in small quantities and do not complicate the budget we express them over CO2e (equivalent). The beginnings of global environmental agreements are tied in the 1990s.The Paris Agreement of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) was adopted in 2015 and determines the objective of growth limitation of a mean global temperature below 2°C. Prior to the adoption of the Paris Agreement, Serbia has set its goal of reducing greenhouse gas emission to 9.8% by 2030. compared to 1990. Serbia passed the Law on Ratification of the Agreement in May 2017. Serbia needs to adopt policies and measures to reduce greenhouse gas emission. By meeting its obligations, EPS will fulfill a large part of Serbia's environmental obligations.Due to the limited reserves and resources of fossil fuels, as well as increased awareness of the impact of gases with the effect of greenhouse gases; we are faced with a period of large investments in renewable energy sources and an increase in energy efficiency. All this, as well as a steady increase in energy demand, brings great challenges to our Distribution Electricity System (DEES), to which we have to respond, while working to the sustainability of the system and the interests of its users.

Increasing the level of energy efficiency of DEES and any reduction in electricity losses leads directly to smaller engagement of production capacities; mostly they are thermal blocks, which indirectly mean less GHG emission into the atmosphere. It also leads to the "release" of both production and transmission and distribution capacities, and with the existing capacities we can enable the supply of new users.

**Key words:** minimization of losses, $CO_2$ emission, ADMS, SCADA, Energy efficiency, carbon footprint.

**R-6.10**

## JASNE ZAKONSKE ODREDBE PREDUSLOV ZA ZADOVOLJNOG KUPCA

Dušan ČOMIĆ, Novi Sad,
Bogoljub RADULOVIĆ, Dragan TUNGUZ, Marko BREBERINA, ODS EPS Distribucija, Beograd, Srbija

Operator distributivnog sistema (ODS) ima objektivne teškoće u obavljanju svoje pretežne delatnosti. Cilj ovog rada je da ukaže na njih kako bi se pokrenule potrebne promene u Zakonu o energetici i Uredbi o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom (Uredba). Jasno definisanim aktima se jedino može obezbediti jednoobrazno i nedvosmisleno postupanje po Zakonu čime će se obezbediti da kupci budu zadovoljni.

Takođe, ne samo jasno definisanje nejasnih ili nedovoljno jasnih odredbi Zakona o energetici i Uredbe o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom, nego i iniciranje ekonomskog razmišljanja, kao što je način očitavanja mernih uređaja, je potreba aktuelnosti sveobuhvatne racionalizacije i način domaćinskog ponašanja ODS, koja je u ime društvene zajednice dužna da predlaže i ukazuje na nužne promene.

Ove i druge promene će olakšati rad ODS, uz više detalja potkrepljenih praktičnim primerima i analizama. One su svakako vredan pokušaj autora da pomogne u ukazivanju na nužnost promena u ovoj oblasti kao pokušaj racionalizacije u poslovanju ODS i stvaranje zadovoljnog kupca.

**Ključne reči**: Promene u Zakonu o energetici i Uredbi o uslovima isporuke i snabdevanja električnom energijom.

## CLEAR RULES OF LAW ARE PRECONDITION FOR A SATISFIED CUSTOMER

The Distribution System Operator (DSO) has objective difficulties in carrying out its activities from the founding act. The purpose of this paper is to point out these difficulties in order to make necessary changes in the Government's Energy Law and the Regulation of General Conditions for the Supply of Electricity. Clearly defined acts can provide clear and unambiguous treatment according to the law, which will ensure that customers will be satisfied.

In addition, not only clarification of unclear or not enough clear rules of the Energy Law and the Regulation of general conditions for the supply of electricity, but also the initiation of economic reflection, such as the method of reading measuring devices, is useful for the current state of large rationalization. In this way, DSO's behavior on behalf of the social community must suggest and point to the necessary changes.

These and other changes will make the operation of the DSO easier, with more details supported by practical examples and analysis. Those are useful attempt of author to help showing the necessity of change in this field as a try to rationalize DSO business and create a satisfied customer.

**Key words**: Changes in the Energy Law and the Regulation on general conditions for electricity supply.

ZBORNIK APSTRAKATA / BOOK OF ABSTRACTS
11. SAVETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA SRBIJE sa regionalnim učešćem
11. CONFERENCE ON ELECTRICITY DISTRIBUTION OF SERBIA with regional contribution
MK Resort, Kopaonik, 24-28.09.2018.



## ANALIZA RADA PRI POSTUPKU PROMENE SNABDEVAČA I PREDLOG ZA POBOLJŠANJE

Branislav RADOVIĆ, Slobodan STOJKOV

Postupak promene snabdevača predstavlja ključnu aktivnost za efiksano funkcionisanje maloprodajnog tržišta električne energije. Operator distributivnog sistema odgovoran jeza sprovođenje postupaka promene snabdevača u skladu sa propisma i za kompletan nadzor aktivnosti drugih učesnika na tržištu, koji u njemu učestvuju. U radu je opisan postupak promene snabdevača, identifikovani su glavni problemi koji se pojavljuju u tom postupku i dati su predlozi da se uočene teškoće u radu otklone. Opisan je prvobitno uspostvljen koncept rada 2014. godine, kada je tržište električne energije u Srbiji otvoreno za kupce na srednjem naponu, i njegove izmene tokom vremena. Sagledan je sadašnji način rada u Sektoru podrške tržištu i smanjenju gubitaka u Novom Sadu pri promeni snabdevača za sve tipove snabdevanja (garantovno, rezervno i komercijalno) i za sve smerove promena. Nastajanje jednog propusta prilikom promene snabdevača, ukoliko se on odmah ne otkloni, otežava naknadno njegovo otklanjanje i multiplikuje naredne probleme. Istaknuti su različiti uzroci koji dovode do problema u radu. Predložene su aktivnosti i način postupanja kako bi se eliminisali uzroci problema. Istaknita je važnost da se celovito i precizno definišu sve aktivnosti u odnosima ODS-a sa rezervnim snabdevačem U radu se navedne prednosti iznetih predloga za poboljšanja. Po mišljenju autora, navedeni su prioriteti rada ODS-a na otklanjanju uzroka uočenih problema.

**Ključne reči**: operator distributivnog sistema, snabdevač, rezervno snabdevnje, promena snabdevača.

## THE ANALYSIS OF WORK IN SUPPLIER SWITCHING PROCEDURE AND THE PROPOSAL FOR IMPROVEMENT

Supplier switching procedure is a key activity for efficient functioning of the electricity retail market. The distribution system operator is responsible for the implementation of supplier switching procedures and for the complete supervision of the activities of other market participants that participate in it.The supplier switching procedure has been described in this paper, the main problems arising in this procedure have been identified and the proposals for removing the identified difficulties have been given. The paper has described the originally established concept of work in 2014, when the electricity market in Serbia was open for customers at medium voltage, and its changes over time.The present method of work in the Sector of support to the market and to the reduction of losses in Novi Sad when switching the supplier for all types of supply and for all directions of switching has been seen. The occurrence of a single failure when switching a supplier, if it is not immediately eliminated, subsequently makes it difficult to be eliminated and multiplies the following problems. Different causes that lead to work problems have been pointed out. Activities and practices have been proposed to eliminate the causes of the problem. A particular emphasis is placed on the full and precise definition of all activities in the relations of ODS with the supplier of last resort. The paper presents the advantages of the proposals for improvements. According to the author, the priorities of ODS work on the elimination of the causes of observed problems have been shown.

**Key words:**operator distribution system, supplier, last resort supply, supplier switching.

**R-6.12**

## НОВИ ПОДСТИЦАЈИ ЗА ПОСТИЗАЊЕ ЦИЉЕВА НАЦИОНАЛНОГ АКЦИОНОГ ПЛАНА ЗА КОРИШЋЕЊЕ ОБНОВЉИВИХ ИЗВОРА ЕНЕРГИЈЕ
## NOVI PODSTICAJI ZA POSTIZANJE CILJEVA NACIONALNOG AKCIONOG PLANA ZA KORIŠĆENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Владимир ЂОРЂЕВИЋ, ЈП ЕПС, Београд, Србија
Александар ЈАЊИЋ, Електронски факултет, Ниш, Србија
Андрија ВУКАШИНОВИЋ, ПД ЕПС дистрибуција, Београд, Србија
Зоран МАНАСИЈЕВИЋ, ЕИНТ, Београд, Србија

Националним акционим планом за коришћење обновљивих извора енергије Републике Србије дефинисани су циљеви за сваки сектор појединачно. Испуњење циљева у сектору електричне енергије је различито за различите технологије. У раду се даје преглед постигнутих резултата у сектору, анализа по врстама технологије и даје се предлог корекције подстицајне политике у овој области.

**Кључне речи:** обновљиви извори, национални план, подстицај.

## NEW INCENTIVES FOR ACCOMPLISHING GOALS OF THE NATIONAL ACTION PLAN FOR THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Vladimir ĐORĐEVIĆ, JP EPS, Beograd, Aleksandar JANjIĆ, Elektronski fakultet, Niš,
Andrija VUKAŠINOVIĆ, PD EPS Distribucija, Beograd, Zoran MANASIJEVIĆ, EINT, Beograd, Serbia

The National renewable energy action plan of Republic of Serbia defines goals for each sector individually. Fulfillment of goals in the electricity sector is different for different technologies. The paper gives an overview of the achieved results in the sector, analysis by different technologies and gives a proposal for correction of incentive policy in this area.

**Key words:** renewable sources, national plan, incentive.

**R-6.13**

## УТИЦАЈ ПРИКЉУЧЕЊА ДИСТРИБУТИВНИХ ЕЛЕКТАРНА НА РАД ДИСРТИБУТИВНОГ СИСТЕМА
## UTICAJ PRIKLJUČENJA DISTRIBUTIVNIH ELEKTRANA NA RAD DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

Биљана ТРИВИЋ, Аца ВУЧКОВИЋ
Агенција за енергетику Републике Србије

Појавом све већег броја прикључења обновљивих извора електричне енергије на дистрибутивни систем, у ситуацијама када је њихова производња већа од потрошње локалног дистрибутивног конзума долази до протока електричне енергије од нижег ка вишем напонском нивоу, односно у смеру супротном од уобичајеног смера трансформације енергије унутар самог дистрибутивног система или чак до обрнутог тока активне енергије из дистрибутивног у преносни систем. Поред ове појаве, у дистрибутивном систему се јављају и проблеми одржавања напонских прилика у појединим тачкама система. Обзиром на нове околности узроковане повећаном производњом дистрибутивних електрана, у раду су наведени примери европске праксе по питању активности које се предузимају у областима планирања развоја и планирања рада дистрибутивног система и међусобним односима оператора дистрибутивног и преносног система. Пошто су пренос и дистрибуција електричне енергије регулисане делатности, при доношењу методологија за одређивање цене приступа преносном или

дистрибутивном систему није узета у обзир ситуација када је ток електричне енергије супротан од уобичајеног. Због тога је у раду дат приказ регулаторних решења која се могу применити, а првенствено са циљем да буде јасније какав је очекивани резултат примене неког решења у односу на оператора преносног и оператора дистрибутивног система, а тиме и на крајње кориснике система.

**Кључне речи:** обновљиви извори електричне енергије, оператор преносног система, оператор дистрибутивног система, приступ систему за дистрибуцију и за пренос електричне енергије.

## INFLENCE OF THE CONNECTION OF DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES ON DISTRIBUTION SYSTEM OPERATION

Biljana TRIVIĆ, Aca VUČKOVIĆ, Agencija za energetiku Republike Srbije, Serbia

Due to the appearance of increased number of connection of RES to the electricity distribution system, in situations when the amount of produced electricity from those RES are higher than the demand of local consumer area, the reverse flow of electricity in the distribution system or from the distribution system to the transmission system happens.

This phenomenon causes problems with voltage fluctuations in both transmission and distribution system.

In this paper are presented the most common examples how European DSO and TSO cope with this problem. Also, the impact of this phenomenon on the variation in electricity losses and voltage fluctuations will be analysed. In the Republic of Serbia all activities of DSO and TSO are regulated but the reverse flows of electricity from the distribution system to the transmission system is not included in the current and valid methodologies. Because of that an overview of possible solutions, which could be applied in order to clarify the relationship between DSO and TSO, is given.

**Key words:** renewable energy sources, transmission system operator, distribution system operator, access to distribution and transmission electricity system.

**R-6.14**

## PRISTUP TREĆE STRANE DISTRIBUTIVNOM SISTEMU ZA ELEKTRIČNU ENERGIJU U PROPISIMA REPUBLIKE SRBIJE

Branislava LEPOTIĆ-KOVAČEVIĆ,
Bratislav DŽOMBIĆ

Otvaranje tržišta električne energije u Republici Srbiji započelo je donošenjem prvog Zakona o energetici. Ovaj proces je nastavljen kroz proces vezan za Ugovor o osnivanju Energetske zajednice i uticaj Energetske zajednice na pravni sistem Republike Srbije, kao i kroz proces stabilizacije i pridruživanje Republike Srbije Evropskoj Uniji. Jedan od osnovnih elemenata ovog strateškog pravca je ostvarivanje prava treće strane napristup energetskim mrežama za električnu energiju i prirodni gas i tržištima ove energije, od čega je pristup treće strane distributivnom sistemu za električnu energiju jedan od pojavnih oblika. Pristup treće strane distributivnom sistemu, kao pravilo, utvrđuje pravo svakog (trećeg) lica da koristi distributivni sistem za distribuciju električne energije, na principu javnosti, jednakosti i unapred utvrđenih uslova (što uključuje i cene distribucije električne energije). Mogućnosti odbijanja pristupa treće strane distributivnom sistemu za električnu energiju su veoma restriktivne i unapred propisane, uz takođe propisanu zaštitu eventualno odbijene treće strane, koja ima pravo na dvostepeni postupak i sudsku zaštitu. U radu će biti analizirane odredbe Zakona o energetici Republike Srbije i podzakonskih akata ovog zakona - o pristupu treće strane distributivnom sistemu. Takođe će biti analiziran i način uređenja pristup treće strane distributivnom sistema za električnu energiju u propisima Evropske unije, uz uporedno-pravni osvrt na ova dva rešenja, kao i sličnosti i razlike sa odredbama propisa koje se odnose na pristup treće strane prenosnom sistemu. Distribuciju električne energije distributivnim sistemom za električnu energiju obavlja operator distributivnog sistema kao regulisanu energetsku delatnost od opšteg interesa, što će takođe biti predmet analize ovog rada.

**Ključne reči:** pristup treće strane, distribucija električne energije, Zakon o energetici Republike Srbije, distributivni sistema za električnu energiju.

## THIRD PARTY ACESS TO DISTRIBUTION NETWORK IN ENERGY LAW OF REPUBLIC OF SERBIA

The liberalization of the electricity market in the Republic of Serbia started with the adoption of the first Energy Law. This process was continued through the process related to the Treaty establishing the Energy Community and the impact of the Energy Community on the legal system of the Republic of Serbia, as well as through the stabilization and association process of the Republic of Serbia to the European Union. One of the basic elements of this strategic direction is the realization of the rights of a third party to the access to energy networks for electricity and natural gas and the markets of this energy, of which the third party access to the electricity distribution system is one of the manifestations.Third party access to the distribution system, as a rule, determines the right of every (third) party to use a distribution system for the distribution of electricity, on the principle of transparency, equality and pre-determined conditions (including electricity distribution prices). The possibilities of refusing third party access to the electricity distribution system are very restrictive and predetermined, along with the prescribed protection of the possibly rejected third party, who is entitled to two-step proceedings and judicial protection. The paper will analyse the provisions on the third party access to the electricity distribution system in the Energy Law of the Republic of Serbia and the secondary legislation of this Law. Also, third party access to the distribution system will be analysed in European Union regulations, along with a comparative legal review of these two systems, as well as similarities and differences in the related provisions regulated to third party access to the transmission system. Distribution of electricity by the electricity distribution system is performed by the distribution system operator is a regulated energy activity of general interest, which will also be the subject of an analysis of this work.

**Key words:** third party access, electricity distribution activity, Energy Law of the Republic of Serbia, electricity distribution system.

## INDEKS AUTORA / INDEX OF AUTHORS


AĆIMOVIĆ Željko 92,100,107
ADŽEMOVIĆ Ljubiša 16,18,23
ALEKSIĆ Vladica 70,76,82
ANĐELKOVIĆ Aleksandar 73,78,91
ANĐELKOVIĆ Miloš 145,150,163
ANTIĆ Boris 71,76,84
ANTONIĆ Aleksandar 28,38,50
ARAPINOSKI Blagoja 123,126,132
ATANASOVSKI Metodija 124,127,133
BAČLIĆ Miroslav 69,74,79
BAĆOVIĆ Dobrosav 15,18,22
BAJČETIĆ Predrag 17,19,24,93,100,108
BELČEVIĆ Nenad 145,150,163
BELIĆ Igor 145,151,164
BELJAKOVIĆ Biljana 142,148,155
BIOČANIN Slađana 99,106,122
BOGDANOVIĆ Branislav 167,170,178
BOGDANOVIĆ Nikola 94,101,111
BONDOKIĆ Suzana 69,74,79
BOROVIĆ Mirko 31,41,57
BOŠKOVIĆ Aleksandar 98,106,119,167,171,179
BOŽIĆ Stevan 124,127,132
BRANDÃO Francisco 95,103,113
BREBERINA Marko 168,171,180
BRKIĆ VUKOVLJAK Milica 166,169,172
ČARNIĆ Jovan 69,74,80,123,126,130
ĆETENOVIĆ Dragan 32,42,59
ČIČKARIĆ Ljubiša 31,40,54
CINCAR – VUJOVIĆ Tatjana 126,129,139
ČINČURAK Jaroslav 15,18,22
ĆIRIĆ Božidar 92,100,107
ČOLIĆ Obrenko 141,147,153
ČOMIĆ Dušan 71,76,84,168,171,180
ČORBA Zoltan 72,77,88,125,128,135
ĆULIBRK Dejan 142,146,154
ČUPIĆ Borko 72,77,89
ĆURKOVIĆ Marin 27,37,48
CVETINOV Dragan 123,126,130
CVJETIĆANIN Tamara 97,105,107
DAMNjANOVIĆ Slobodan 29,30,53,54
DANILOVIĆ Milan 164,167,172
DAVIDOVIĆ Slavenko 166,170,175
ĐEKIĆ Saša 73,78,90,96,104,156,124,125,128,135,137,141, 142,144,146,147,149,154
DIETZLER Ulrik 30,40,55
DIMITRIJEVIĆ Milan 96,103,114
DOBRIVOJEVIĆ Sreten 16,18,23
DOČIĆ Miroslav 73,78,91
DOKIĆ Dušan 28,37,49
ĐORĐEVIĆ Ana 125,128,136
ĐORĐEVIĆ Branko 31,41,56
ĐORĐEVIĆ Nikola 143,148,157
ĐORĐEVIĆ Vladimir 168,171,182
ĐORIĆ Dragan 26,36,45
DUBAČKIĆ Slavko 98,106,119
DUMNIĆ Boris 73,77,88,125,128,135
ĐURĐEV Vladimir 28,37,49
ĐURIĆ Branka 29,39,52
ĐURIĆ Nikola 34,43,63
ĐURIŠIĆ Željko 123,125,127,128,131,136
DURUTOVIĆ Siniša 93,97,100,105,109,119
DŽOMBIĆ Bratislav 167,169,170,173,184
FILAKOV Marko 31,40,55
GARAPLIJA Edin 144,149,159
GAVRILOVIĆ Saša 15,18,21
GLIGORIJEVIĆ Goran 143,148,158
GRBIĆ Maja 34,35,44,45,65,66,67
GRUJIĆ Aleksandra 71,77,87
GRUJIČIĆ Branko 125,128,138
GUDŽEVIĆ Alen 28,37,49
HOPFER Nikolai 30,40,55
HORVAT Dušan 95,103,112
HRNJIĆ Emir 124,127,134
HRVIĆ Dejan 34,35,44,45,65,67
ILIĆ Denis 28,38,49
ILIĆ Saša 71,77,84
ILIĆ Zoran 31,40,55
IVANOV Marjan 15,17,22
IVANOVIĆ Dragan 94,102,112
JANDA Žarko 31,43,61
JANJANIN Jadranka 166,169,173
JANJIĆ Aleksandar 69,73,75,78,81,91,168,171,182
JANKOVIĆ Biljana 99,106,122
JANKOVIĆ Jelena 97,105,118
JASIKA Ranko 35,42,60
JEREMIĆ Zoran 167,170,176
JEVTIĆ Milanče 142,148,155
JOKOVIĆ Vladimir 145,151,164
JORGE Rui Dias 95,103,113
JOVANOV Marko 98,106,121
JOVANOVIĆ Darko 31,41,57
JOVANOVIĆ Đorđe 28,38,49
JOVANOVIĆ Dragoslav 16,18,25
JOVANOVIĆ Gordana 92,100,107,168,171,179
JOVANOVIĆ Sanja 98,106,120
JOVANOVIĆ Zoran 98,106,121
JURIĆ Ivan 27,37,48
JUSIĆ Sakib 124,127,134
KARANOVIĆ Dragan 125,128,138,167,171,176
KASAŠ-LAŽETIĆ Karolina 34,43,63
KATIĆ Vladimir 72,77,88,125,128,135
KILIBARDA Todor 15,18,22
KNEŽEVIĆ Stanko 92,101,109
KOJIĆ Slobodan 141,146,152
KONEČNI Gordan 92,100,107
KOSTIĆ Rastko 32,42,59
KOSTOV Mitko 124,127,133
KOVAČEVIĆ Neda 97,105,118
KRAMPF Markus 30,40,55
KRSTIVOJEVIĆ Jelisaveta 144,150,163
KRUŠKOVIĆ Nikola 70,75,83
KULPINSKI Vladimir 125,129,138
LAKETIĆ Nikola 70,72,75,77,83,89
LAPČEVIĆ Vladan 15,18,21
LAZIĆ Bojan 142,148,156
LAZOVIĆ Đorđe 124,127,132,145,150,163
LEKIĆ Radovan 123,126,130
LEPOTIĆ-KOVAČEVIĆ Branislava 168,172,183
LEPOVIĆ Goran 33,42,60
LOLIĆ Slobodan 34,43,63
LOPES Sérgio Alexandre 95,103,113
LUKIĆ Jelena 29,39,52,97,105,118
MAKEVIĆ Goran 15,18,21
MAKEVIĆ Zoran 71,77,84
MAKSIĆ Ilija 94,101,111
MAKSIMOVIĆ Jovan 145,150,164
ALIMPIJEVIĆ Mališa 145,150,164
MANASIJEVIĆ Zoran 168,171,183
MANDIĆ Saša 123,126,130
MARKOVIĆ Aca 167,171,176
MARKOVIĆ Dragan 143,148,158
MARKOVIĆ Mirko 28,37,49

MARKOVIĆ Željko 166,170,176
MATIĆ Predrag 141,146,152
MEĐO Svetlana 97,105,117
MIHAJLOVIĆ Draginja 97,105,118
MIJAILOVIĆ Vladica 32,42,59
MIJATOVIĆ Vidoje 17,18,24,71,76,85
MILANKOV Radislav 69,74,80
MILANOVIC Jovica 15,17,20,125,129,139
MILENKOVIĆ Nenad 141,146,152
MILENKOVIĆ Vladeta 15,17,20
MILENOVIĆ Vladimir 126,129,139
MILIĆ Goran 167,170,176
MILIĆ Momčilo 28,38,49
MILIĆEVIĆ Dragan 72,77,88,125,128,135
MILIVOJEV Slobodan 167,170,178
MILOJKOVIĆ Aleksandar 15,17,20
MILORADOVIĆ Svetislav 96,104,114
MILOSAVLJEVIĆ Jelena 143,148,157,166,169,174
MILOŠEVIĆ Dejan 125,128,136
MILOVANOVIĆ Miloš 70,75,82
MINIĆ Saša 145,151,164
MIROSAVLJEVIĆ Milanko 167,170,176
MITIĆ Ivana 31,32,41,42,56,58
MITROVIĆ Andrija 34,43,63
MITROVIĆ Zoran 71,76,84
MITRUŠIĆ Ljiljana 166,169,174
MRVIĆ Jovan 30,33,40,42,54,60
NAHMAN Jovan 68,74,79
NARANČIĆ Ivana 26,36,45
NIKOLIĆ Ljubiša 28,38,49
NIKOLIĆ Nataša 141,146,152
NOVAKOVIĆ Mirjana 141,146,152
OBRADOVIĆ Dušan 28,31,38,41,50,56
OBRADOVIĆ Stefan 33,42,60
OLIVEIRA Rui Miguel 95,103,113
OSTRAĆANIN Vladimir 123,130
PARTONJIĆ Radmila 28,38,49
PAULO Rogério Dias 95,103,113
PAUŠIĆ Darko 26,36,45
PAVLOVIĆ Aleksandar 34,35,44,45,65,66,67
PAVLOVIĆ Nikola 33,43,62
PAVLOVIĆ Nikola M. 123,126,130
PEJIĆ Dragan 71,76,84
PEJOVIĆ Branko 28,30,38,43,49,54
PERIĆ Dragoslav 68,74,79
PEROVIĆ Bojan 70,75,82
PETROVIĆ Bogdan 34,44,64
PETROVIĆ Dejan 27,37,47
PETROVIĆ Miroljub 31,41,57
PETROVIĆ Momčilo 34,44,65
POPADIĆ Bane 72,77,88
POPOVIĆ Josip 142,147,154
POPOVIĆ Lidija 141,146,152
POPOVIĆ Željko 93,101,109
POPOVIĆ Zvonimir 142,147,154
POROBIĆ Milica 123,126,130,168,171,172,179,180
PRŠA Miroslav 34,43,63
RADIN Vesna 29,39,52
RADIVOJEVIĆ Milena 168,171,177
RADMILOVIĆ Bratislava 92,98,100,106,107,119
RADOSAVLJEV Miroslav 143,148,157,167,171,179
RADOSAVLJEVIĆ Jordan 70,75,82
RADOVIĆ Branislav 143,149,158,168,171,181
RADOVIĆ Milana 167,170,177
RADUKIĆ Snežana 167,170,177
RADULOVIĆ Bogoljub 168,171,180
RADUNOVIĆ Milan 71,76,85
RAJIĆ Tomislav 72,78,89,96,104,144,149,150,160,162
RALIĆ Dragi 98,106,120
RANKOVIĆ Aleksandar 32,42,59
RAQUET Christoph 30,40,55
REZAEI Hamed 30,40,55
RISTANOVIĆ Zoran 94,101,110
RISTIVOJČEVIĆ Marko 94,101,110
RISTIVOJEVIĆ Dragan 29,30,39,53,54
RMANDIĆ Veselin 145,150,163
ROGAN Ratko 167,170,171,178,179,180
RUSU Ioan 96,104,115
SABOVLJEV Slavko 96,103,114
SAJIĆ Nenad 94,101,111
ŠAKOVIĆ Danilo 94,101,110
SALMAN Haris 124,128,135
SALMAN Samir 124,129,135
SANTOS Joana 95,103,113
SANTOS Paulo Costa 95,103,113
SARIĆ Biljana 26,36,45,46
SARIĆ Srbislav 26,36,45,46
SAVČIČ Ivan 99,106,126
SAVIĆ Goran 99,106,126
SAVIĆ Milan 72,78,89
SAVIĆ Nemanja 125,128,135
ŠEJAT Predrag 98,106,120
SEKULIĆ Goran 70,76,83
ŠILJKUT Vladimir 166,169,174
SIMENDIĆ Zoran 15,17,18,19,22,24,31,40,55
SIMIĆ Ninoslav 33,42,60
SKULJ Nevsad 125,128,137
ŠLJUKIĆ Nikola 143,148,158
SMILJIĆ Predrag 95,103,112
ŠNAJDEROV Vesna 125,128,129,167,171,176
ŠOPALO Daniela 141,146,152
ŠOŠIĆ Darko 124,127,132,144,150,163
ŠOŠKIĆ Siniša 96,103,114
SOVILJ Platon 71,76,84
SPAIĆ Miloš 32,42,58
SPREMIĆ Siniša 29,34,38,44,51,64,123,126,130
STANKOVIĆ Miroslav 145,150,151,164,165
STANKOVIĆ Nenad 143,149,158
STANOJEVIĆ Dobrivoje 35,45,67
STEFANOV Predrag 124,127,132,145,150,163
STEVIĆ Jelena 16,18,23,166,170,176
STOJANOVIĆ Branko 143,148,149,159,162
STOJANOVIĆ Miodrag 15,17,20
STOJIČIĆ Vladimir 15,16,17,18,20,23,142,148,156
STOJKOV Slobodan 168,171,181
STOJKOVIĆ Jelena 144,150,162
STOLIĆ Aleksandar 31,40,55
STREZOSKI Luka 16,18,23
STREZOSKI Vladimir 16,18,23
STRUGAR Velimir 144,149,159
SUČEVIĆ TASIĆ Marijana 140,146,151
ŠVENDA Goran 17,18,24
TADIĆ Vlado 73,78,90
TANASKOVIĆ Miladin 31,41,57
TANASKOVIĆ Milica 123,127,131
TASIĆ Andrej 124,127,132
TATALOVIĆ Aleksandar 70,75,83
TATALOVIĆ Sima 72,78,89
TAUŠANOVIĆ Milica 35,45,67,69,74,81
TEPAVČEVIĆ Branislav 124,128,135
TIRO Edin 96,104,116
TODOROVIĆ Ivan 93,97,102,105,108,118
TODOROVIĆ Radomir 123,126,130
TODOROVIĆ Srđan 71,77,87
TOMOVIĆ Vladimir 28,37,47
TRIVIĆ Biljana 168,171,183

| | |
|---|---|
| TUBIĆ Dražen | 95,103,112 |
| TUNGUZ Dragan | 168,171,180 |
| VASOVIĆ Valentina | 97,105,118 |
| VIDANOVIĆ Nataša | 141,146,152 |
| VIDOVIĆ Predrag | 16,19,23 |
| VOJNOVIĆ R. Nikola | 16,19,23 |
| VLADISAVLJEVIĆ Đorđe | 98,106,119 |
| VRCELJ Nada | 33,43,61,145,150,164 |
| VUČIJAK Nada | 96,103,114 |
| VUČKOVIĆ Aca | 168,171,183 |
| VUJASINOVIĆ Jovan | 15,18,21 |
| VUJIČIĆ Igor | 15,18,21 |
| VUKAŠINOVIĆ Andrija | 168,171,182 |
| VUKOTIĆ Dušan | 15,17,20,33,43,61,125,128,168 |
| VULIĆ Zoran | 145,150,164 |
| ZDRALLEK Markus | 30,40,55 |
| ZDRAVKOVIĆ Miodrag | 69,75,81 |
| ZEČEVIĆ Dragana | 141,147,153 |
| ŽIVADINOVIĆ Goran | 71,77,86 |
| ŽIVKOVIĆ Goran | 31,42,59,70,75,83 |
| ZLATKOVIĆ Nenad | 70,75,83 |
| ZUBAC Milko | 140,146,151 |